



KANSALLINEN
KOULUTUKSEN
ARVIOINTIKESKUS

LUONNONTIETEELLISEN KOULUTUSALAN ARVIOINTI HANKESUUNNITELMA

Korkeakoulujen arviointijaosto hyväksynyt 21.5.2024

Jan Lundell | Saana-Maija Aho | Tero Eklin |

Laura Hirsto | Annika Meinander | Sami Moisio |

Arvi Tolvanen | Niina Nurkka | Marja-Liisa Saarilammi |

Sisällys

1 Johdanto	3
2 Arvioinnin tausta.....	5
2.1 Korkeakoulutuksen kehittämisohjelmat ohjaavat luonnontieteellisen koulutusalan kehittämistä	5
2.2 Luonnontieteellisen koulutusalan kehittäminen edellyttää eri toimijoiden yhteistyötä	11
2.3 Arvioinnin kannalta keskeisiä arviointeja, tutkimuksia ja selvityksiä	16
2.4 Luonnontieteelliselle koulutusosalalle hakeutuminen, tutkintojen suorittaminen ja työllistyminen tilastojen valossa	23
2.5 Arvioinnin keskeiset käsitteet	30
3 Arvioinnin tehtävä ja tavoitteet	34
4 Arvioinnin kohderyhmä ja arviointikysymykset.....	35
4.1 Arvioinnin kohderyhmä.....	35
4.2 Arviointikysymykset	37
5 Arviointiaineiston hankinta ja analysointi	40
6 Arviointihankkeen organisointi ja aikataulu	42
7 Viestintä ja tiedottaminen arviointihankkeen eri vaiheissa	44
8 Arviointihankkeen laadunvarmistus ja riskienhallinta	46
9 Henkilötietojen käsittely arviointihankkeessa	47
Lähteet	48
Liitteet	52
Liite 1. Luonnontieteellisen koulutusalan haku- ja vetovoimakuvioita	52
Liite 2. Luonnontieteellisen koulutusalan opiskelija- ja tutkintomääräkuvioita.....	55
Liite 3. Yliopistojen taustakyselyssä ilmoittamat luonnontieteellisen koulutusalan luonnontieteiden kandidaatin (180 op), filosofian maisterin (120 op) ja filosofian tohtorin koulutusohjelmat	59
Liite 4. Luonnontieteellisen koulutusalan jatkuvan oppimisen tarjonta yliopistojen taustakyselyn vastausten ja verkkosivujen mukaan	62
Liite 5. Arvioinnissa käsiteltävät asiat taustakyselyn vastausten ja kuulemisten mukaan.....	67

1 Johdanto

Kansallisessa koulutuksen arviointikeskuksessa (Karvi) korkeakoulujen koulutusalojen arviointeja on toteutettu vuodesta 2018 alkaen. Tähän mennessä on toteutettu lääketieteen peruskoulutuksen (2018), tekniikan, humanistisen, yhteiskuntatieteellisen, kauppatieteiden- ja liiketalouden koulutusalojen arvioinnit (2020), oikeustieteellisen koulutusalan (2021) sekä sosiaali- ja terveysalan korkeakoulutuksen arvioinnit (2021). Luonnontieteellisen koulutusalan arvioinnin kanssa yhtä aikaa on meillä biotalousalan korkeakoulutuksen arviointi (2022–2024). Arviointi liittyy Karvin strategiseen tavoitteeseen kansallisesta osaamistason nostamisesta. Arvioinnissa vastataan muun muassa siihen, kuinka hyvin oppimiselle ja osaamiselle asetetut tavoitteet on saavutettu ja miten edistetään oppimisen ja osaamisen kehittämistä kohti tulevaisuuden osaamistarpeita. (Kansallinen koulutuksen arviointikeskus 2024.)

Luonnontieteellistä koulutusala ovat aikaisemmin arvioineet vuonna 1993 opetusministeriön asettama luonnontieteiden koulutuksen arviointiryhmä (OPM 1993) sekä vuonna 2015 Suomen yliopistot UNIFI ry:n asettama työryhmä (Suomen yliopistot UNIFI ry 2015). Unifin asettaman työryhmän tekemä selvitys on jatkoa Unifin vuonna 2011 asettaman Luonnontieteellisen koulutusalan työryhmän arvioinnille. Vuonna 2015 valmistunut selvitys tarkasteli luonnontieteiden koulutuksen ja tutkimuksen kansallista profilointia, yhteistyötä ja työnjakoa osana yliopistojen laajempaa strategia- ja vaikuttavuushanketta. (Suomen yliopistot UNIFI ry 2015.)

Tällä Karvin toteuttamalla arvioinnilla tuotetaan kokonaisnäkemys suomalaisista eri luonnontieteellisten alojen korkeakoulutuksesta ja niiden suhteesta nykyisiin koulutustarpeisiin sekä kysyä vastata tulevaisuuden osaamistarpeisiin. Arvioinnissa kerätään laaja-alaisesti tietoa luonnontieteellisen alan koulutuksesta. Tavoitteena on tuoda esiin hyviä käytäntöjä, pedagogisia ratkaisuja sekä alakohdaisia esimerkkejä, joiden avulla luonnontieteellinen koulutusala pystyy vastaamaan toimintaympäristön muutoksiin.

Luonnontieteellisen koulutusalan arviointi suunnitellaan ja toteutetaan vuosina 2023–2025. Arviointi kattaa yliopistojen luonnontieteen kandidaatin ja filosofian maisterin tutkintoon johtavat koulutukset sekä filosofian tohtorin tutkintoon johtavat koulutukset. Luonnontieteellisen koulutusalan arvioinnissa ovat mukana kemialliset ja fysikaaliset tieteet, bio- ja ympäristötieteet, geotieteet sekä matemaattiset tieteet ja tilastotiede. Tietojenkäsittelytieteiden ja tietotekniikan alan koulutusten arviointi toteutetaan myöhemmin erillisenä arviointina.

Arvioinnista käytiin lähetekeskustelu korkeakoulujen arviointijaoston kokouksessa 27.10.2023. Arvioinnin suunnittelua ja toteutusta varten korkeakoulujen arviointijaosto nimitti kokouksessa 24.11.2023 suunnittelu- ja arviointiryhmän arvioinnin suunnittelemiseksi ja toteuttamiseksi. Ryhmän tehtävänä oli kevään 2024 aikana laatia arviointijaostolle ehdotus arvioinnin hankesuunnitel-maksi, josta ilmenevät arvioinnin tavoitteet, arviointialueet ja -kysymykset, arvioinnin menetelmät ja hankkeen alustava aikataulu. Suunnittelu- ja arviointiryhmän kokoonpano on seuraava:

- professori **Jan Lundell**, Jyväskylän yliopisto (puheenjohtaja)
- koulutusdekaani **Saana-Maija Aho**, Oulun yliopisto
- tutkimusinfrajohtaja **Tero Eklin**, Suomen ympäristökeskus
- professori, varadekaani **Laura Hirsto**, Itä-Suomen yliopisto
- vanhempi yliopistonlehtori **Annika Meinander**, Åbo Akademi
- professori, opetusvaradekaani **Sami Moisio**, Helsingin yliopisto
- opiskelija **Arvi Tolvanen**, Turun yliopisto.

Arvioinnin projektipäällikkönä Karvista toimii arviointiasiantuntija **Niina Nurkka** ja hänen työparinaan arviointineuvos **Marja-Liisa Saarilampi**. Hankesuunnitelma on laadittu arviointiryhmän ja Karvin vastuuhenkilöiden kanssa yhteistyössä.

Arviointiryhmä valitsi arvioinnin keskeisiksi tarkastelukohteiksi Koulutuksen arviointisuunnitelman 2020–2023 mukaisesti koulutuksen tuottaman osaamisen, opiskelijoiden ja opettajien työelämärelevanssin, jatkuvan oppimisen ja tulevaisuuden osaamistarpeiden vastaamisen. (Kansallinen koulutuksen arviointikeskus 2022, 14). Lisäksi arvioinnissa kerätään tietoa luonnontieteellisen koulutusalan koulutusohjelmien resursoinnista ja asemasta korkeakoulutuksessa sekä luonnontieteellisen koulutusalan vetovoimasta, opintoihin kiinnittymisestä ja opintojen sujuvuudesta. Arvioinnin tavoitteena on tuottaa tietoa luonnontieteellisen koulutuksen nykytilasta ja tulevaisuuden osaamistarpeista alan kehittämisen tueksi.

Luonnontieteellisen koulutusalan arviointi vastaa seuraaviin arviointikysymyksiin:

- Miten luonnontieteellisen alan koulutusohjelmissä varmistetaan koulutusohjelmien kehittäminen ja resursointi?
- Miten luonnontieteellisellä koulutusallalla varmistetaan koulutusten vetovoima, opintoihin kiinnittyminen sekä opintojen sujuvuus?
- Millaista osaamista luonnontieteellisen alan korkeakoulutus tuottaa ja miten?
- Millainen on luonnontieteellisen koulutusalan työelämärelevanssi ja koulutusten kyky reagoida toimintaympäristön muutoksiin?
- Millä tavoin jatkuvan oppimisen tarjonta ja toimintatavat turvaavat luonnontieteellisen alan osaamisen kehittämistä tulevaisuudessa?

Arvioinnin keskeisiä hyödynsajia ovat luonnontieteellisellä alalla koulutusta tarjoavat yliopistot ja koulutusjärjestelmätason toimijat. Keskeisiä sidosryhmiä ovat näiden lisäksi alan opiskelijat, opiskelijajärjestöt ja yliopistojen ulkopuolisen työelämän toimijat. Arvioinnin tehtävänä on myös tiedon tuottaminen koulutuspoliittista päätöksentekoa ja ohjausta varten.

2 Arvioinnin tausta

Luvussa 2 tarkastellaan luonnontieteellisen koulutuksen nykytilaa, koulutuksen kehittämiseen vaikuttavia seikkoja sekä tarpeita, joihin arvioinnilla vastataan. Luvussa 2.1 tarkastellaan luonnontieteellisen koulutuksen kehittämistarpeita korkeakoulutuksen kehittämissuunnitelmien ja LUMA(TE)-strategian näkökulmasta. Luvussa 2.2 esitetään luonnontieteellistä koulutusalaan koskevia keskeisiä selvityksiä ja raportteja. Luvussa 2.3 tarkastellaan tilastotietojen perusteella luonnontieteelliseen koulutukseen hakeutumista ja valmistuneiden työllistymistä. Luvussa 2.4 esitetään arvioinnissa käytettävät keskeiset käsitteet.

2.1 Korkeakoulutuksen kehittämissuunnitelmat ohjaavat luonnontieteellisen koulutusalan kehittämistä

Yliopistolaki ja opetus- ja kulttuuriministeriö säätelevät yliopistojen tehtäviä ja toimintaa

Yliopistolain mukaan yliopistojen tehtävänä on edistää tieteellistä ja taiteellista sivistystä, antaa tutkimukseen perustuvaa ylintä opetusta sekä kasvattaa opiskelijoita palvelemaan isänmaata ja ihmiskuntaa. Yliopistojen tulee niille määritellyjä tehtäviä hoitaessaan edistää jatkuvaa oppimista. (VN 558/2009, 2 §.) Yliopistojen koulutusvastuista säädetään valtioneuvoston ja opetus- ja kulttuuriministeriön asetuksilla. Koulutusvastuu määrittää, mitä tutkintoja yliopistossa voi suorittaa. (OKM 2022.) Luonnontieteellisten koulutusalojen alempien ja ylempien korkeakoulututkintojen järjestämisvastuu on Helsingin, Itä-Suomen, Jyväskylän, Oulun, Tampereen ja Turun yliopistoilla sekä Åbo Akademiilla (OKM 12/2022). Koulutustarjonnan sisällöllinen kehittäminen kuuluu yliopistojen itsehallinnon piiriin (VN 558/2009).

Yliopistolain (VN 558/2009) mukaan tohtorikoulutus on osa yliopistojen tehtävää tarjota korkeatasoista opetusta ja edistää tieteellistä tutkimusta. Yliopistolaki antaa yliopistoille itsehallinnon päättää tohtorikoulutuksen sisällöstä, väitöskirjan vaatimuksista ja tutkimuksen laadusta. (VN 558/2009.)

Suomessa on kuusi yliopistokeskusta, jotka täydentävät yliopistokenttää alueilla, joilla ei ole omaa yliopistoa. Yliopistokeskukset kokoavat alueillaan toimivan yliopistollisen toiminnan. Yliopistokeskuksissa yliopistojen kanssa yhteistyöhön osallistuvat usein myös alueen ammattikorkeakoulut, kunnat ja maakuntaliitto. Suomessa toimivat Kajaanin, Kokkolan, Mikkelin, Porin ja Seinäjoen yliopistokeskukset sekä Lahden Yliopistokampus. (OKM 2024a.) Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelmassa mainitaan yliopistokeskusten keskeisen roolin turvaaminen alueellisessa koulutustarjonnassa ja TKI-toiminnassa (VN 2023a, 89).

Eduskunta päättää vuosittain talousarvion yhteydessä yliopistoille opetus- ja kulttuuriministeriön kohdentaman perusrahoituksen määrän. Opetus- ja kulttuuriministeriö jakaa käytettävissä olevan perusrahoituksen yliopistojen rahoitusmallin avulla. Rahoitusmallien tarkoituksena on vahvistaa yliopistojen toiminnan laatua, vaikuttavuutta ja tuottavuutta. Mallin avulla jaettava perusrahoitus kohdennetaan korkeakouluille yhtenä kokonaisuutena. Yliopistot päättävät itse rahoituksen

sisäisestä kohdentamisesta omien strategisten valintojensa pohjalta. Perusrahoituksen lisäksi yliopistot saavat rahoitusta muista lähteistä niin sanottuna ulkopuolisena rahoituksena. Yliopistot saavat ulkopuolista rahoitusta esimerkiksi tutkimusrahoituksena, yritys yhteistyöstä ja yksityisiltä säätiöiltä. (OKM 2024b.)

Kauden 2021–2024 yliopistojen rahoitusmallissa perusrahoituksen määrärahat jaetaan yliopistojen kesken pääosin koulutuksen (42 %) ja tutkimuksen (34 %) suoritteiden perusteella. Lisäksi käytössä on strategiaperusteinen rahoitusosuus (15 %), josta sovitaan ministeriön ja yliopiston kesken. Yliopistojen rahoituksessa otetaan huomioon myös valtakunnalliset tehtävät (9 %). Koulutuksen osuudessa suurimman rahoitusosuuden muodostavat suoritettut alemmat ja ylempät korkeakoulututkinnot (30 %). Jatkuvan oppimisen ja yhteistyöopintojen osuus on yhteensä viisi prosenttia. Lisäksi rahoitukseen vaikuttavat työllistyminen ja työllistymisen laatu (2 %) ja opiskelijapalaute (3 %). Suoritettut tohtorintutkinnot sisältyvät rahoitusmallissa tutkimuksen osuuteen ja niiden osuus perusrahoituksesta on kahdeksan prosenttia. (OKM 2024b.)

Valtioneuvosto hyväksyi 11.4.2024 yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen rahoitusmalleja koskevat muutokset vuosille 2025–2028. Muutokset astuvat voimaan 1.1.2025. Korkeakoulujen rahoitusmallien peruseriaatteet pysyvät ennallaan. Yliopistojen rahoitusmallissa koulutuksen suoritteiden perusteella jaettavan määrärahan osuutta on nostettu 44 prosenttiin ja tutkimuksen osuutta 37 prosenttiin. Koulutuksen osuuteen on sisällytetty uusien ensikertalaisten opiskelijoiden määrän perusteella jaettava määräraha (3 %). Jatkuvan oppimisen ja yhteistyöopintojen osuus on laskenut neljään prosenttiin. Suoritettujen alempien ja ylempien korkeakoulututkintojen osuus on edelleen 30 prosenttia. Tohtorintutkintojen osuus tutkimuksen perusrahoituksessa on noussut kahdeksasta prosentista yhdeksään prosenttiin. Uudessa rahoitusmallissa luovutaan strategiarahoitukseen kuuluvasta valtakunnallisesta ohjelmarahoituksesta ja strategiarahoitusta kohdennetaan yliopistokohtaisesti kunkin yliopiston strategiseen kehittämiseen, profiloitumiseen sekä yhteistyön ja työnjaon tukemiseen. (OKM 2024c.)

Opetus- ja kulttuuriministeriö osoitti yliopistoille yhteensä 255 miljoonan euron lisärahoituksen tohtorikoulutuksen uusien käytänteiden pilotointiin vuosina 2024–2027. Lisärahoituksella yliopistoihin palkataan yhteensä 1000 uutta väitöskirjatutkijaa määräaikaan, kolmen vuoden työsuhteisiin suorittamaan tohtorin tutkintoa. Tohtorinkoulutukseen myönnetyllä määrärahalla toteutetaan 15 tutkimusaloista tohtorikoulutuksen pilottia. Niistä yhdeksän on Suomen Akatemian rahoittamien lippulaiva-alojen ja kuusi vapaasti valittujen alojen pilotteja. Väitöskirjatutkijoista 800 kohdistuu lippulaiva-aloille ja 200 muille aloille. Laajassa yhteistyössä on mukana myös tutkimuslaitoksia ja yrityksiä. Tohtoripilotin tavoitteena on parantaa kansainvälistä kilpailukykyä ja luoda edellytyksiä tutkittuun tietoon pohjautuville innovaatioille. Lisäksi tavoitteena on, että yhä useampi tohtori työskentelee jatkossa myös yrityksissä. (OKM 2024d.)

Korkeakoulutuksen visiot, kehittämisohjelmat ja tiekartat luovat yleisiä suuntaviivoja luonnontieteellisen koulutusalan kehittämiselle

Korkeakoulutuksen kehittämiseen ovat vaikuttaneet ja vaikuttavat tulevaisuudessa erilaiset kehittämisohjelmat ja tiekartat, kuten Korkeakoulutuksen ja tutkimuksen visio 2030 (OKM 2017a; OKM 2017b), TKI-tiekartta (VN 2020), Koulutuspoliittinen selonteko (VN 2021a), Korkeakoulujen Digivisio 2030 (OKM 2021a; Digivisio 2024), Korkeakoulutuksen kestävä kasvun ohjelma (OKM 2021b) ja Koulutus- ja työperusteisen maahanmuuton tiekartta 2035 (VN 2021b). Vaikka kehittämisohjelmat koskevat koko korkeakoulutuksen kehittämistä, ne luovat suuntaviivoja myös alakohtaiselle kehittämiselle. Seuraavassa tarkastellaan korkeakoulutuksen kehittämisohjelmia erityisesti luonnontieteellisen koulutusalan kehittämisen näkökulmasta.

Syksyllä 2017 valmistunut **Korkeakoulutuksen ja tutkimuksen visio 2030** määritteli tavoitteita Suomen osaamis- ja koulutustason nostamiseksi. Visiossa on korkeakoulujärjestelmälle kolme isoa tavoitetta ja niitä täsmentäviä tavoitteita. (OKM 2017a; OKM 2017b). Vision tavoitteita aikatauluttava ja voimaan saattava tiekartta julkaistiin tammikuussa 2019 (OKM 2019a, 11, 14). Tiekartassa linjattiin muun muassa korkeakouluopintoihin siirtymisen väylien monipuolistamisesta ja nopeuttamisesta, jatkuvan oppimisen tukemisesta korkeakoulujen ja työpaikkojen yhteistyöllä sekä ulkomaalaistaustaisen opiskelijoiden ja tutkijoiden Suomeen ja suomalaisille työmarkkinoille integroitumisen lisäämisestä harjoittelumahdollisuuksia ja tukipalveluita kehittämällä. Lisäksi tiekartassa nostettiin esiin korkeakoulujen välinen yhteistyö ja digitaalisuuden hyödyntäminen opintotarjonnassa sekä korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja työ- ja elinkeinoelämän yhteistyön lisääminen houkuttelevien osaamiskeskittymien ja innovaatiojärjestelmien rakentumisen tukemisessa.

Pääministeri Marinin hallituksen käynnistämä, opetus- ja kulttuuriministeriön sekä työ- ja elinkeinoministeriön yhteistyössä laatima kansallinen **TKI-tiekartta ”Kestävän ja kehittyvän yhteiskunnan ratkaisuja tuottava Suomi”** julkaistiin huhtikuussa 2020. Tiekartan taustalla näkyvät koronapandemian yhteiskunnalle ja taloudelle aiheuttama poikkeustilanne sekä vastaaminen ilmastonmuutoksen ja luontokadon kaltaisiin haasteisiin. TKI-tiekartassa on kuvattu toimenpiteitä, joiden tavoitteena on nostaa suomalaisten osaamis- ja koulutustasoa ja tehdä Suomesta nykyistä puoleensavetävämpi kansainvälisille tutkijoille, asiantuntijoille ja TKI-ammattilaisille. Tiekartan mukaan korkeakoulujen tulee laajentaa sisäänottoa, varhentaa opintojen aloitusta ja parantaa korkeakoulutuksen läpäisyä. Koulutuksen tulee olla monialaisesti suunnattu elinkeinoelämän ja yhteiskunnan tarpeisiin. Yliopistot kehittävät tutkijankoulutusta siten, että valmistuneiden osaaminen on nykyistä paremmin hyödynnettävissä. Opetus- ja kulttuuriministeriö tukee tiedekasvatuksen ja -osaamisen toimijoita tiedekeskuksissa ja opettajankoulutuksessa. (VN 2020.)

Vuonna 2021 tehdyssä TKI-tiekartan päivityksessä (VN 2021c) nostettiin esiin työelämän tarpeiden ja jatkuvan oppimisen mahdollisuuksien huomioon ottaminen osaamisen kehittämishankkeissa. Yhtenä strategisena tavoitteena esitettiin, että vuoteen 2030 mennessä kandidaatti- ja maisterivaiheen tutkinnon suorittaneista ulkomaalaisista opiskelijoista 75 prosenttia työllistyy suomalaisille työmarkkinoille. (VN 2021c.) Tiekartassa tuotiin esiin myös LUMA-osaamisen (luonnontieteet ja matematiikka sekä tekniikka ja teknologiat) merkitys TKI-ympäristön käytössä olevien inhimillisten

resurssien syventämisessä ja lisäämisessä. Tiekartan mukaan LUMA-osaamisen kasvu hyödyttää sekä yksilöitä että yhteiskuntaa hyvinvoinnin lisääntymisenä ja kestävästä kehityksenä. (VN 2021c.)

Edellä esitetyt koulutus- ja TKI-poliittiset uudistukset on otettu huomioon valtioneuvoston **Koulutuspoliittisessa selonteossa**, jossa esitetään koulutuksen ja tutkimuksen tavoitteet 2040-luvulle. Korkeakoulutuksen tavoitteena on, että vuoteen 2030 mennessä puolet ikäluokasta suorittaa korkeakoulututkinnon. Lisäksi tavoitteina esitetään, että uusien ulkomaalaisten tutkinto-opiskelijoiden määrä kolminkertaistuu vuoteen 2030 mennessä, ja suurin osa heistä työllistyy Suomeen valmistumisen jälkeen. Korkeakoulujen tulee aktiivisesti rekrytoida osaajia ulkomailta. Suomi pyrkii olemaan maailman johtava digitalisaation hyödyntäjä korkeakoulutuksessa ja siihen perustuvassa jatkuvassa oppimisessa. Uudet toimintatavat ja verkostomainen yhteistyö mahdollistavat korkeatasoisen ja saavutettavan korkeakoulutuksen ja tutkimuksen. (VN 2021a, 7–8, 32).

Valtioneuvoston **Koulutus- ja työperusteisen maahanmuuton tiekartan 2035** toimet liittyvät läheisesti Korkeakoulutuksen ja tutkimuksen visioon 2030, Koulutuspoliittiseen selontekoon, TKI-tiekarttaan sekä Jatkuvan oppimisen uudistukseen. Koulutus- ja työperusteisen maahanmuuton tiekartassa esitetyn tavoitteen mukaan uusien ulkomaalaisten tutkinto-opiskelijoiden määrä pyritään kolminkertaistamaan 15 000:een vuoteen 2030 mennessä. Samalla ulkomaalaisten opiskelijoiden Suomeen työllistyminen ja jääminen pyritään nostamaan 75 prosenttiin. Tiekartassa esitetyn palveluluopauksen mukaan Suomi tarjoaa kansainvälisille opiskelemaan ja tutkimustyötä tekemään tuleville laadukkaan koulutus- ja tutkimusympäristön, ohjausta, kotimaisten kielten koulutusta sekä työelämäkontakteja ja -kokemusta tukemaan opintojen jälkeisiä uranäkymiä ja Suomeen integroitumista. (VN 2021b, 9, 21.)

Koulutus- ja työperustaisen maahanmuuton tiekartassa 2035 esitetään kolme strategista tavoitetta: 1) Suomi on globaalisti kiinnostava ja houkutteleva, 2) Kohti maailman parasta maahanmuuttokokemusta ja 3) Kansainvälinen osaaminen luo elinvoimaa. Erityisesti ensimmäisen ja kolmannen tavoitteen saavuttaminen edellyttää toimenpiteitä myös korkeakouluilta. Yhtenä ensimmäisen tavoitteen toimenpiteenä mainitaan korkeakoulujen globaalia veto- ja pitovoimaa luovien koulutusratkaisujen ja ohjaustoiminnan vahvistaminen. Lisäksi opetus- ja kulttuuriministeriö sopii korkeakoulujen kanssa ulkomaalaisten tutkinto-opiskelijoiden määrän lisäämiseksi tarvittavista toimenpiteistä. Kolmannen tavoitteen saavuttamiseksi tehtävistä toimenpiteistä korkeakoulut osallistuvat erityisesti osaajien Suomeen jäämisen edistämiseen muun muassa tukemalla kansainvälisten osaajien urapolkuja saavutettavalla ja laadukkaalla jatkuvan oppimisen ohjauksella ja koulutustarjonnalla. Lisäksi korkeakoulujen tulee edistää aitoa kansainvälistymistä siten, että suomen- ja ruotsinkielisiä opiskelijoita tuodaan opintojen aikana yhteen kansainvälisten opiskelijoiden kanssa sekä käynnistää toimenpiteitä kansainvälisten opiskelijoiden kokonaisvaltaiseen integroitumiseen ja työelämäyhteistyöhön opiskelijamarkkinointivaiheesta opintojen jälkeiseen työnhakuun asti. (VN 2021b, 22–30.)

Koulutuspoliittisen selonteon kanssa samoja teemoja käsittelevän **Korkeakoulujen kestävä kasvun ohjelman** (OKM 2021c) linjauksissa etsitään ratkaisuja, joiden avulla korkeakoulujen koulutuksen ja tutkimuksen kehittäminen voivat vahvistaa Suomen julkista taloutta ja kestävä kasvua. Ohjelmassa esitetään toimenpiteitä, joiden avulla suomalainen korkeakoulutus tukee väestön osaamistason

nousua ja jatkuvaa oppimista. Toimenpiteinä esitetään muun muassa koulutusperäisen maahanmuuton kasvattamista lisäämällä vieraskielisiä koulutusohjelmia ja laajentamalla koulutustarjontaa aloilla, joilla erityisesti tarvitaan osaajia. Lisäksi korkeakoulujen tulee aikaistaa ja joustavoittaa koulutusta sekä tehostaa laadukasta ohjausta ja uraohjausta. Työvoiman koulutus- ja osaamistasoa tulee nostaa kehittämällä ja vahvistamalla jatkuvan oppimisen tarjontaa, lisäämällä verkkotarjontaa ja nostamalla LUMA-osaamista. Jatkuvan oppimisen tarjonnassa korkeakoulujen välisen yhteistyön mahdollisuuksia tulee hyödyntää nykyistä kattavammin. Yhtenä toimenpiteenä kestävä kasvun ohjelmassa mainittiin kriittisen huippuosaamisen lisääminen hyödyntämällä tutkijakoulutettuja yhteiskunnassa nykyistä laajemmin ja nostamalla LUMA-osaamisen tasoa. (OKM 2021c.)

Korkeakoulujen Digivisio 2030 on Suomen 38 korkeakoulun yhteinen hanke, jonka tavoitteena on uudistaa korkeakoulutusta digitalisaation avulla. Tavoitteena on taata joustavan oppimisen mahdollisuudet jokaiselle riippumatta ajasta, paikasta ja asemasta. Digivision taustalla on pääministeri Marinin hallituksen pyrkimys nostaa suomalaisten osaamistasoa ja parantaa työllistymistä muuttuvassa maailmassa. Hanke pyrkii kehittämään korkeakoulujen välistä yhteistoimintaa sekä vuorovaikutusta yritysten ja yhteiskunnan kanssa ja houkuttelemaan kansainvälisiä opiskelijoita Suomeen. Vuonna 2021 opetus- ja kulttuuriministeriö rahoitti Digivisio-hanketta 20 miljoonan euron erityisavustuksella. Sen lisäksi opetus- ja kulttuuriministeriö myönsi sille korkeakoulujen strategiarahoituksesta 17,8 miljoonaa euroa vuosille 2021–2024. (OKM 2021a; Digivisio 2024.) Suomen kestävä kasvun ohjelman osana hankkeelle osoitettiin vielä 6 miljoonaa euroa lisärahoitusta vuoteen 2024 asti (Digivisio 2024).

Kestävyysmurros luo uudenlaisia osaamistarpeita

Vihreään siirtymään liittyvät osaamisen kehittämisen tarpeet on viime vuosina tiedostettu yhä kasvavassa määrin (Busk ym. 2023). Vihreä siirtymä edellyttää uutta teknologiaa, tuotantoa ja palveluja, jotka heijastuvat muutoksina tulevaisuuden ammattirakenteissa. Vihreässä siirtymässä korostuu tarve tutkitulle tiedolle sekä tutkimustiedon soveltamiselle innovaatio toiminnassa ja uusien ratkaisujen kehittämisessä. Erityisesti luonnontieteet ja tekniset tieteet ovat tärkeässä roolissa koulutustarpeen kokonaiskuvassa. Kaikkiaan korkean osaamisen ammattien ja tutkimusosaamisen kysyntä kasvaa vihreän siirtymän aikana. Uusien ratkaisujen, järjestelmien ja toimintatapojen toteuttamiseen tarvitaan myös johtamis-, yhteistyö- ja neuvottelutaitoja. (VN 2023b.)

Vihreä siirtymä kohti hiilineutraaliutta, kiertotaloutta ja luonnon monimuotoisuuden vaalimista on omaksuttu nopeasti politiikkatavoitteeksi sekä kansallisesti että EU-tasolla (Busk ym. 2023). Euroopan unioni on vuonna 2022 julkaissut GreenComp - Kestävää kehitystä koskevan eurooppalaisen osaamiskehyksen (Bianchi ym. 2022). GreenComp-osaamiskehys sisältää neljä kestävyiden osaamisaluetta: kestävyysarvojen ilmentäminen, kestävyiden monitahoisuuden hallinta, kestävien tulevaisuuksien visiointi ja kestävyystoiminta. Jokainen kestävyiden osaamisalue sisältää kolme kestävyystaitoa, jotka voidaan integroida eri koulutusohjelmien sisältöihin. Meneillään oleva kestävyysmurros vaatii uudenlaista asennoitumista, tietoja ja taitoja sekä eettistä pohdintaa ja tulevaisuusajattelua korostavia kompetensseja. (Bianchi ym. 2022, VN 2023b.)

Valtioneuvosto on VISIOS-selvityksessä kartoittanut vihreän siirtymän osaamis- ja koulutustarpeita (VN 2023b). Vihreän siirtymän osaamistarpeisiin vastaaminen edellyttää kestävyysosaamisen vahvistamista kaikilla kouluasteilla, kaikissa koulutusmuodoissa ja -ohjelmissa. VISIOS-selvityksessä esitetään kaksi pääsuositusta:

- Kaikille koulutusasteille luodaan kattava vihreän siirtymän oppimissuunnitelma. Näin tulevat sukupolvet ovat valmiita ”työntämään” kestävyysosaamista työmarkkinoille ja luoda kysyntää vihreän siirtymän toimille.
- Osaamispanostukset tulisi lähivuosina suunnata voimakkaasti jatkuvaan oppimiseen. Täydennuskoulutuksen tarpeen alakohtaista ja alueellista kohdentumista pitää tutkia ja seurata jatkuvasti. (VN 2023b.)

VISIOS selvitys- ja tutkimushankkeessa laadittiin vuoteen 2035 ulottuva tiekartta, joka kuvaa toimenpiteitä osaamis- ja koulutusjärjestelmässä työvoiman ja osaamisen turvaamiseksi. Hiilineutraalisuustavoite 2035, siirtymä kiertotalouteen sekä luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen edellyttävät kiireellisiä uudistuksia koulutuksessa. Uudistusten tulee toteutua sekä painottamalla siirtymän kannalta keskeisiä aloja että kehittämällä koulutussisältöjä ja pedagogiikkaa alasta riippumatta. Koulutuksissa tulee varmistaa, että erityisesti teknillisten ja luonnontieteellisten alojen opetus sisältää myös yhteistyö-, johtamis- ja viestintätaitojen kehittämiseen tähtäävää opetusta. (VN 2023b.)

Suomen digitaalinen kompassi -selonteko (VN 2022) antaa suuntaviivat digitalisaatiokehityksen suuntaamiseksi ja johtamiseksi digitalisaatiossa ja datataloudessa. Kompassi perustuu eurooppalaiseen arvopohjaan ja digitaalinen vuosikymmen 2030 -ohjelmaan. Kompassin avulla luodaan yhteinen visio tulevaisuudesta ja tuetaan systeemistä digivihreää siirtymää. Kompassissa digivihreällä siirtymällä nähdään olevan keskeinen rooli vihreän talouden ratkaisujen rakentamisessa ja ilmastomuutoksen torjumisessa. Digitaalisen kompassin mukaan Suomen tulee edistää rahoituksen suuntaamista digivihreään siirtymään sekä ilmastomuutoksen ja luonnon monimuotoisuutta koskevien tavoitteiden saavuttamiseksi että elinkeinorakenteen uudistamiseksi. (VN 2022.)

Yhtenä tavoitteena Suomen digitaalisessa kompassissa esitetään, että digitaalinen osaaminen tukee innovaatioita, kilpailukykyä ja hyvinvointia. Koulutuksen ja tutkimuksen myötä syntyy yhteiskunnassa tarvittavaa asiantuntijuutta. Tavoitteena on, että Suomi on maailman tunnetuimpia ja houkuttelevimpia teknologia-alan koulutuksen, tutkimuksen ja investointien keskuksia ja houkutteleva maa kansainvälisille osaajille. Digitaaliseen osaamiseen liittyvinä avaintuloksina esitetään, että digitalisaation, datatalouden ja digivihreän siirtymän edellyttämät osaamistarpeet on tunnistettu ja huomioitu koulutustarjonnassa kaikilla koulutusasteilla. Lisäksi käytössä tulee olla kansallinen koulutustarjontanäkymä sekä digitaaliset oppimisympäristöt ja pedagogiset toimintamallit osaamisen joustavaan kehittämiseen ajasta ja paikasta riippumatta. (VN 2022.)

2.2 Luonnontieteellisen koulutusalan kehittäminen edellyttää eri toimijoiden yhteistyötä

LUMA(TE)-strategia vastaa LUMA-osaamisen kansallisiin haasteisiin

Vuonna 2021 julkaistu kansallinen LUMA 2030 -strategia (OKM 2021d) laadittiin osana TKI-tiekartan päivitystä (VN 2021a). LUMA-strategiassa LUMA-aloihin kuuluvat luonnontieteet ja matematiikka sekä tekniikka ja teknologia. Syksyllä 2022 laaditussa LUMA-strategian toimenpidesuunnitelmassa strategian nimeen on lisätty TE kuvaamaan tekniikan ja teknologian sisällymistä strategiaan. Monialaisen LUMA-toiminnan lähtökohtana on STEAM-käsite (science, technology, engineering, arts, mathematics), joka kuvaa LUMA-alojen yhteyttä muihin tieteisiin, kuten taito- ja taideaineisiin sekä humanistisiin tieteisiin. (OKM 2021d; OKM 2023a.)

LUMA-strategia määrittää vision ja kansalliset strategiset tavoitteet LUMA-osaamisen kasvattamiselle. Vision mukaan vuonna 2030 LUMA-taitoja voi kasvattaa jatkuvana oppimisena läpi elämän ja suomalaisessa yhteiskunnassa on riittävästi LUMA-osaajia. Lisäksi kansalaisilla on yhteiskunnassa toimimiseen tarvittava tiedon lukutaito. Visiossa LUMA-osaamisen kasvaminen nähdään osallisuutta sekä hyvinvointia ja kestävästä kehitystä edistävänä tekijänä. Yhteiskunnallisesti laajalla LUMA-strategialla halutaan varmistaa, että suomalainen LUMA-osaaminen edistää hyvinvointia sekä sosiaalisesti, ekologisesti ja taloudellisesti kestävästä kasvua. Strategian mukaan LUMA-osaaminen vahvistuu tiiviissä yhteistyössä eri toimijoiden ja sektoreiden kesken. (OKM 2021d.)

LUMA-strategiassa esitetään useita LUMA-osaamisen kansallisia haasteita, joihin LUMA-strategialla pyritään vastaamaan. Yhtenä haasteena nähdään pula LUMA-osaajista eri työnantajasektoreilla. Toimintaympäristön muutokset, kuten teknologian kehitys, työ- ja elinkeinoelämän murros sekä ympäristön tila ja ilmastonmuutos, sekä huoltovarmuuden parantaminen ja kriisivalmiuden nostaminen korostavat LUMA-osaamisen merkitystä työelämässä. Korkeakoulujen LUMA-alojen alhaiset hakijamäärät kuitenkin osoittavat, että luonnontieteellisille aloille ei ole laajaa kiinnostusta. Haasteellisena nähdään myös kelpoisten ja osaamistaan jatkuvasti kehittävien LUMA-aineiden opettajien riittävyys. (OKM 2021d.) Heikkisen ym. (2020) selvityksen mukaan mielikuvat opetustyön heikentyneistä työoloista eivät kannusta nuoria opetuslalle (Heikkinen ym. 2020).

LUMA-strategiassa yhtenä haasteena esitetään suomalaisnuorten matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen laskeminen. OECD:n PISA 2018 -tutkimuksen mukaan suomalaisnuorten osaaminen matematiikassa ja luonnontieteissä on ollut vuodesta 2006 lähtien laskussa ja samalla oppimiseen liittyvät asenteet ovat heikentyneet. (OKM 2021d.) Uusimpien PISA 2022 -tulosten mukaan suomalaisoppilaiden matematiikan osaaminen on edelleen heikentynyt matematiikan osaamisen piste-määrän keskiarvon ollessa 64 pistettä vähemmän kuin vuonna 2006. Suomessa oli heikkoja matematiikan osaajia enemmän ja toisaalta myös huippuosaajia vähemmän kuin ennen. Myös luonnontieteiden osaaminen on heikentynyt vuosien 2006 ja 2009 huippuajoista. (OKM 2024e.) LUMA-strategian mukaan matematiikkaa ja luonnontieteitä opiskelemaan hakeutuvien nuorten osaamisen heikko lähtötaso saattaa vaikeuttaa jatko-opintojen aloittamista ja menestyksellistä läpiviemistä (OKM 2021d).

LUMA(TE)-strategia ja -toimenpidesuunnitelman toteuttaminen edellyttävät toimenpiteitä korkeakouluilta

LUMA-strategiassa esitetään viisi tavoitetta, joiden saavuttaminen edellyttää toimia ja yhteistä kehittämistä myös korkeakouluilta:

- **Sujuva arki, toimiva yhteiskunta.** Suomalaisten arki sujuu, hyvinvointiyhteiskuntaa voidaan ylläpitää ja Suomi pärjää kansainvälisessä kilpailussa, kun osaamistasoa nostetaan ja työvoiman saataavuutta parannetaan.
- **LUMA-osaaminen läpäisee yhteiskunnan toiminnot.** Tunnistetaan LUMA-osaamistason nostaminen opetuksessa ja työelämässä, LUMA-ammattilaisten ja LUMA-osaajien työvoimatarjonnan kasvattaminen, työnantajien LUMA-osaamistarpeeseen vastaaminen sekä yksilöiden ja yhteisöjen LUMA-kyvykkyyksien parantaminen.
- **Varhaiskasvatus ja opetus eri asteilla on laadukasta.** LUMA-kasvatuksen ja opetuksen kehittäminen edellyttää opetusmenetelmiin panostamista sekä opettajien hyvää pedagogisten taitojen hallintaa ja LUMA-osaamista.
- **LUMA-alojen opiskelu on kiinnostavaa.** LUMA-alojen opiskelun ja niiltä työuran valitsemisen edistämiseksi on tehtävä toimia. LUMA-aineiden opettajankoulutuksen vetovoima on huomioitava ja opettajien koulutus on mitoitettava tarpeiden mukaan. Opettajien täydennyskoulutukseen kiinnitetään huomiota.
- **Viestintä LUMA-osaamisesta ja sen tuomista mahdollisuuksista lisääntyy.** Muita strategisia tavoitteita tulee tukea viestinnän keinoin. Viestintä tuo näkyviin strategian eri tavoitteita läpileikkaavia teemoja, kuten tasa-arvon edistäminen, yhdenvertaisuus, ilmastonmuutos ja muut globaalit haasteet sekä kansainvälinen toimintaympäristö. (OKM 2021d.)

LUMA-strategiaa päivitettiin vuonna 2023 julkaistulla toimenpidesuunnitelmalla (OKM 2023a), joka on laadittu eri toimijoilta saatujen aloitteiden ja ehdotusten pohjalta. Myös pääministeri Orpon hallituskaudella sitoudutaan LUMA-strategian toimeenpanoon. Hallitusohjelman mukaan vahva teknillinen ja luonnontieteellinen osaamis pohja on kriittistä elinkeinoelämän uudistumisessa, erityisesti tieteen ja teknologian murroskohdissa sekä nykyisessä, nopeasti kehittyvässä ja monimutkaistuvassa kansainvälisessä kilpailuasetelmassa. Orpon hallituksen yhtenä tavoitteena on, että koulutus vastaa paremmin työelämän tarpeisiin ja vähentää kohtaanto-ongelmaa. Korkeakoulutuksessa on varmistettava, että kriittisten alojen osaamistarpeisiin vastataan riittävästi. Kriittinen tutkimustieto ja erityisasiantuntemus nähdään myös huoltovarmuus- ja turvallisuuskysymyksinä. (VN 2023a.)

LUMA(TE)-strategian toimenpidesuunnitelmassa toimenpiteet on jaettu kolmeen ryhmään: 1) Opetuksen ja koulutuksen kehittämisen toimenpiteet, 2) Seurannan, selvitysten ja yleisen kehittämisen toimenpiteet ja 3) Viestinnän ja kiinnostavuuden edistämisen toimenpiteet. Suunnitelma sisältää konkreettiset toimenpiteet sekä niiden toteuttamisen aikataulun ja vastuutahot. (OKM 2023a.) Taulukossa 1 esitetään tiivistettynä toimenpiteet, jotka koskevat erityisesti korkeakouluja ja joissa korkeakoulut on nimetty yhdeksi vastuutahoksi. Lähes kaikki toimenpiteet toteutetaan vuosina 2023–2030. Vetovoiman lisäämisen tulee toteutua jo vuoden 2025 loppuun mennessä. (OKM 2023a.)

TAULUKKO 1. LUMA(TE)-strategian toimenpidesuunnitelman toimenpiteet, jotka koskevat erityisesti korkeakouluja ja joissa korkeakoulut on nimetty yhdeksi vastuutahoksi (OKM 2023a)

Toimenpiteen ryhmä	Toimenpide (toimenpiteen numero LUMA(TE)-strategian toimenpidesuunnitelmassa)
Opetuksen ja koulutuksen kehittämisen toimenpiteet	Vahvistetaan varhaiskasvatuksen opettajien pedagogista osaamista leikkiin ja arjen tilanteisiin kiinnittyvään matemaattis-luonnontieteellisen osaamiseen ja tiedekasvatukseen jatkuvan oppimisen keinoin. (1)
	Edistetään ja tuetaan matemaattis-luonnontieteellisten aineiden ja teknisten alojen oppimista ja opetuksen kehittämistä kaikilla koulutusasteilla, kaikkia sukupuolia yhtä lailla kannustaen. Keinona on vahvistaa luokanopettajien matemaattis-luonnontieteellistä osaamista, niihin liittyvien alojen aineenopettajien pedagogista osaamista, ammatillisten opettajien matemaattis-luonnontieteellistä osaamista sekä erityisopettajien matemaattista osaamista erilaisin jatkuvan oppimisen keinoin esimerkiksi täydennyskoulutuksilla ja osaamisen jakamisella kouluissa ja oppilaitoksissa sekä erilaisissa verkostoissa. (2)
	Edistetään lukioiden ja korkeakoulujen välistä yhteistyötä sekä luodaan kannustimia matemaattis-luonnontieteellisten ja teknisten aineiden opiskeluun samalla tasa-arvoa ja yhdenvertaisuutta edistäen. (6)
	Painotetaan ennakoituvuuteen perustuen matemaattis-luonnontieteellisen ja tekniikan alan koulutuksia koulutusmääriä koskevassa päätöksenteossa: korkeakoulutuksen opiskelijamäärien lisäämisessä kansallisen korkeakoulutettujen nuorten aikuisten 50 %:n tavoitteen saavuttamiseksi ja korkeakoulujen uusien ulkomaalaisten opiskelijoiden määrän kasvattamisessa kohti 15 000 opiskelijaa. (9)
	Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen opiskelijavalintoja kehitettäessä huolehditaan relevantteilla aloilla siitä, että valinnat kannustavat matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opiskeluun. (10)
	Kehitetään matemaattis-luonnontieteellisten aineiden ja tekniikan alojen opettajankoulutusta ja opettajankouluttajien osaamista tutkimus- ja tarveperustaisesti. (11)
	Otetaan opettajankoulutuksessa ja opettajien jatkuvan oppimisen tarjonnassa huomioon opettajien kestävään kehitykseen ja matemaattis-luonnontieteelliseen osaamiseen liittyvät osaamistarpeet. (13)
	Panostetaan korkeakoulutuksessa pedagogiseen kehittämiseen matemaattis-luonnontieteellisillä ja tekniikan aloilla ja tiivistetään yhteistyötä niiden opetuksen osalta. Tiivistetään yhteistyötä yhteisopettajuuden kautta sekä tiedekuntien/yksiköiden sisällä, välillä ja eri korkeakoulujen välillä sekä kansainvälisesti esimerkiksi yhteisten hankkeiden ja opetuksen ristiin tarjoamisen kautta. (15)
	Seurannan selvitysten ja yleisen kehittämisen toimenpiteet
Kehitetään matemaattis-luonnontieteellisen alojen tohtoriohjelmiä ja lisätään väitöskirjatutki- jan paikkoja. (19)	
Tuetaan ja resursoidaan LUMA-keskus Suomi -verkoston koordinaatiota ja toimintaa. (22)	

Viestinnän ja kiinnostavuuden edistämisen toimenpiteet	Tuetaan tiedekasvatuksen ja tiedeosaamisen edistämistä muun muassa tiedekeskuksissa ja mediassa hyödyntäen verkostoja. Lisätään yhteisöllisyyttä ja yhteistyötä eri koulutusasteiden, elinkeinoelämän, järjestöjen, museoiden, tiedekeskusten ja verkostojen kesken esimerkiksi yhteisillä hankkeilla. (24)
	Kehitetään matemaattis-luonnontieteellisten aineiden aineenopettajien työelämä- ja ohjausosaamista sekä opinto- ja uraohjaajien osaamista jatkuvan oppimisen keinoin. Otetaan kouluksissa huomioon muuttuvat osaamistarpeet ja painotetaan tasa-arvoisen ja yhdenvertaisen ohjaamisen tarpeellisuutta. (26)
	Tarjotaan tiedekilpailutoiminnalla eri ikäisille oppijoille ja opettajille mahdollisuuksia esitellä omaa osaamistaan. (27)
	Lisätään matemaattis-luonnontieteellisten ja tekniikan aineiden ja alojen opettajien ammatin vetovoimaa yhdessä toteutetuilla kampanjoilla. Yhteistyön tavoitteena on esitellä opettajan ammattia ja kannustaa nuoria ja alanvaihtajia hakeutumaan alalle. (31)

Kansalliset ja kansainväliset verkostot LUMA-osaamisen kehittämisen tukena

LUMA-keskus Suomi on 11 yliopiston vuonna 2013 perustama tiedekasvatukseen keskittyvä verkosto. Opetus- ja kulttuuriministeriö on rahoittanut LUMA-keskus Suomen toimintaa kaudella 2021–2024 ja asettanut verkostolle valtakunnallisen tehtävän turvata matemaattis-luonnontieteellisen ja teknologisen osaamisen korkea taso sekä osaajien riittävä määrä koko Suomessa. Opetus- ja kulttuuriministeriö rahoitti verkoston toimintaa myös kaudella 2017–2020. Verkoston tavoitteena on innostaa ja kannustaa lapsia ja nuoria LUMA-aineiden opiskeluun ja harrastamiseen tiede- ja teknologiakasvatuksen avulla. Lisäksi verkosto tukee opettajien jatkuvaa oppimista ja vahvistaa tutkimusperustaista opetuksen kehittämistä. LUMA-keskus Suomen toiminnassa on mukana yhteensä 13 LUMA-keskusta. (OKM 2021d; LUMA-keskus Suomi 2024.)

Euroopan unionissa (EU) on osaamisvajetta erityisesti niin sanotuilla STEM-aloilla, joita ovat luonnontieteet, teknologia, insinööritieteet ja matematiikka. Varsinkin naiset ovat aliedustettuina näillä koulutusaloilla. Ihmisiä tulisi kannustaa opiskelemaan aloja, joilla on osaamisvajetta ja kysyntää ammattitaitoisesta työvoimasta. Euroopan komissio edistää STEM-alojen sekä tieto- ja viestintätekniikkaan liittyvien korkea-asteen koulutusohjelmien kehittämistä työelämärelevanteimmiksi. Komissio painottaa niin sanottua STEAM-lähestymistapaa, joka pyrkii murtamaan perinteisiä raja-aitoja aineiden ja tieteenalojen välillä tuomalla yhteen STEM- ja TVT-koulutuksen sekä taide- ja humanistis-yhteiskuntatieteelliset alat. STEAM-lähestymistavalla pyritään siihen, että STEM-aineissa otettaisiin paremmin huomioon poliittiset, ympäristölliset, sosioekonomiset ja kulttuuriset näkökohdat. (European Commission 2024.)

Euroopassa STEM-koulutuksen (tiede, teknologia, insinööritiede, matematiikka) kehittämiseksi toimii laaja EU STEM Coalition -verkosto, jonka tavoitteena on vaikuttaa koulutuspolitiikkaan ja jakaa hyviä käytäntöjä, joilla edistetään talouskasvua, mahdollisuuksia ja hyvinvointia kaikille. Yhdessä poliittisten päättäjien, koulutuksen tarjoajien ja teollisuuden verkosto pyrkii edistämään uusia tapoja tarjota STEM-alojen opetusta sekä löytämään ja jakamaan näyttöön perustuvia ratkaisuja STEM-alan osaamisvajeeseen. (EU STEM Coalition 2024a.) Verkostoon kuuluvat 46 STEM-foorumia 21

maasta vastaavat kansallisten ja alueellisten STEM-osaamisstrategioiden koordinoinnista ja toteuttamisesta (EU STEM Coalition 2024b).

EU STEM Coalitionin muistiossa (2024b) korostetaan STEM-koulutuksen merkitystä Euroopan tulevaisuudelle ja annetaan suosituksia STEM-koulutusten toteuttamiseksi ja tehostamiseksi. EU STEM Coalition pyrkii vastaamaan työelämätarpeisiin edistämällä teknologiateollisuuden ja koulutussektorin informaalia yhteistyötä. Teknologian merkitys yhteiskunnassa kasvaa jatkuvasti, minkä vuoksi STEM-taitojen parantaminen lisää yksilöiden mahdollisuuksia yhteiskunnassa ja työelämässä. Muistiossa suositellaan hyödyntämään ja laajentamaan olemassa olevia kansallisia ja alueellisia ohjelmia ja verkostoja vaikuttavuuden lisäämiseksi ja hyvien käytäntöjen jakamiseksi. Lisäksi jäsenvaltioiden erilaisiin paikallisiin, alueellisiin ja kansallisiin tarpeisiin vastaamiseksi suositellaan pyrkimään joustavuuteen ja edistämään alhaalta ylöspäin suuntautuvia lähestymistapoja. Lisäksi muistiossa suositellaan, että STEM-ohjelmiin otetaan mukaan nykyistä laajemmin myös naiset ja muut esimerkiksi maantieteellisesti aliedustetut ryhmät. Muistion mukaan näin voidaan varmistaa riittävä tekninen ja digitaalinen osaaminen sekä luoda nykyistä demokraattisempi, turvallisempi ja kestävämpi tulevaisuus Euroopalle. (EU STEM Coalition 2024b.)

EU STEM Coalitionin lisäksi kansainvälisesti luonnontieteellistä koulutusta ja tutkimusta edistää myös eurooppalaisten tiedeakatemioiden yhteenliittymä ALLEA (All European Academies), joka edustaa yli 50:tä jäsenakatemiaa ympäri Eurooppaa. ALLEA pyrki edistämään vahvaa ja yhtenäistä eurooppalaista tiedeyhteisöä, joka edistää innovaatioita, kestäväää kehitystä ja yhteiskunnallista hyvinvointia. (ALLEA 2024.) Lisäksi luonnontieteellisten alojen opetuksen kehittämiseksi ja eri toimijoiden välisen yhteistyön edistämiseksi erityisesti peruskoulutuksen luonnontieteiden opetuksessa on perustettu erilaisia verkostoja, kuten Scientix (The Community for science education in Europe) (Scientix 2024) ja European Schoolnet (European Schoolnet 2024).

Työelämän osaamistarpeisiin vastaaminen edellyttää jatkuvan oppimisen kehittämistä

Korkeakoulutuksen kehittämissuunnitelmissa ja LUMA-strategiassa tuodaan vahvasti esiin jatkuvan oppimisen merkitys työelämän osaamistarpeisiin vastaamisessa. Myös Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035-raportin (Hanhijoki 2020) mukaan työelämän osaamisvaatimukset muuttuvat nopeasti ja työelämässä olevan väestön koulutustasoa tulee parantaa. Raportissa esitetään Osaamisen ennakointifoorumin tuottamia tuloksia koulutuksesta ja työvoiman tarpeesta. Yksi meneillään olevista koulutuksen kehittämishankkeista on vuonna 2019 käynnistynyt jatkuvan oppimisen uudistus, jonka keskeisenä tavoitteena on vastata työelämän muutoksista aiheutuviin osaamistarpeisiin. Tavoitteen saavuttamiseksi työn ohella kouluttautumista ja monimuotoisia oppimistapoja pitää kehittää nykyistä joustavammiksi, oppijoiden ja työnantajien tarpeisiin perustuviksi koulutus- ja urapoluiksi. Kehittämistyöhön tarvitaan työelämän, hallinnon, oppilaitosten ja korkeakoulujen yhteistyötä. (Hanhijoki 2020, 64.)

Työmarkkinoiden tarpeisiin vastaaminen on kuitenkin vain yksi näkökulma elinikäiseen oppimiseen ja koulutustarpeisiin. Toinen, vähintään yhtä tärkeä näkökulma liittyy koko väestön osaamiseen ja ihmisten mahdollisuuksiin kehittää itseään omien edellytystensä pohjalta. (Hanhijoki 2020, 18.) Tätä

näkökulmaa tuodaan esiin myös LUMA 2030 -strategian visiossa ja tavoitteissa, joissa LUMA-osaaminen nähdään sekä yksilön että yhteiskunnan kannalta osallisuutta sekä hyvinvointia ja kestävä kehitystä edistävä tekijänä. LUMA-osaamista tarvitaan työelämän osaamistarpeiden vastaamiseksi myös muilla kuin luonnontieteellisillä aloilla. (OKM 2021d.)

Jatkuva oppiminen on keskeinen teema myös kansainvälisessä koulutuksen kehittämisessä. OECD:n Continuous Learning in Working Life in Finland -raportissa tuodaan esiin Suomen aikuiskoulutuksen ja jatkuvan oppimisen järjestelmän vahvuuksia, mutta myös tarvetta uudistaa niitä vastaamaan työmarkkinoiden muuttuvia vaatimuksia. Kehittämistarpeita OECD näkee erityisesti lyhytkestoisten koulutusten tarjonnassa, koulutustarjonnan vastaavuudessa työelämän tarpeisiin sekä taloudellisissa kannusteissa. Ennakointitietoa tulisi käyttää systemaattisesti, jotta koulutus vastaisi työelämän tarpeisiin. Lisäksi tulisi arvioida, kuinka työnantajien roolia koulutustarjonnan suuntaamisessa voisi vahvistaa. (OECD 2020.)

2.3 Arvioinnin kannalta keskeisiä arviointeja, tutkimuksia ja selvityksiä

Luonnontieteiden koulutuksen kehittämiseksi suositellaan koulutusten profiloitumista sekä yliopistojen välistä yhteistyötä ja työnjakoa

Suomen yliopistot UNIFI ry:n vuonna 2014 asettama työryhmä selvitti luonnontieteiden koulutuksen ja tutkimuksen kansallista profiloitua, yhteistyötä ja työnjakoa osana yliopistojen laajempaa strategia- ja vaikuttavuushanketta. Työryhmä esitti raportissaan yhteensä 10 suositusta, jotka liittyvät luonnontieteellisen koulutusalan koulutusohjelmien (selvityksessä tutkinto-ohjelma) sekä aineenopettaja- ja tohtorikoulutuksen kehittämiseen (ks. taulukko 2). Suosituksissa tuotiin esiin myös koulutusten profiloituminen sekä yliopistojen välinen yhteistyö ja työnjakoa. (Suomen yliopistot UNIFI ry 2015.)

TAULUKKO 2. Luonnontieteiden koulutuksen kehittämisen suositukset vuonna 2015 valmistuneen selvityksen mukaan (Suomen yliopistot UNIFI ry 2015)

Suosituksen aihe	Suositus
Luonnontieteiden koulutuksen kehittäminen	Yliopistot luovat laaja-alaiset hakukohteet luonnontieteiden kandidaattiohjelmiin, erityisesti perusluonnontieteisiin, fysiikkaan, matematiikkaan ja kemiaan. Myös muille luonnontieteen aloille luodaan tarkoituksenmukaiset laajat hakukohteet.
	Yliopistot profiloivat luonnontieteen koulutusta yliopiston tutkimusprofiilin mukaisiksi tutkinto-ohjelmiksi (maisteri- ja tohtorihjelmat).
	Yliopistot arvioivat luonnontieteen alan kansainväliset tutkinto-ohjelmat, profiloivat ja kehittävät ohjelmia nykyistä vetovoimaisemmiksi ohjelmiksi.
	Luonnontieteiden aineenopettajankoulutukselle luodaan yhteiset kansalliset laatukriteerit ja yliopistojen koulutusyhteistyötä aineenopettajankoulutuksessa vahvistetaan.
	Yliopistot sopivat bio- ja ympäristötieteiden koulutuksen kansallisesta työnjaosta ja vähentävät koulutusvolyymejä.

	Yliopistot nostavat tohtorin tutkinnon suorittaneiden määrää suhteessa maisterin tutkinnon suorittaneiden määrään erityisesti fysiikassa ja kemiassa. Luonnontieteiden tohtorikoulutusta kehitetään vastaamaan elinkeinoelämän tarpeita.
Luonnontieteiden tutkimus-ympäristöjen kehittäminen	Yliopistojen ja tutkimuslaitosten kenttäasemista, niiden kehittämisestä, yhteistyöstä ja työnjasta, tulee tehdä perusteellinen kansallinen selvitys yhdessä sektoritutkimuslaitosten ja yliopistojen kanssa. Tehtävään esitetään erillistä selvitysmiestä.
Alueellinen yhteistyö ja työnjako	Luonnontieteissä vahvistetaan yliopistojen alueellista yhteistyötä ja työnjakoa.
Kansallinen yhteistyö ja työnjako	Yliopistot sopivat luonnontieteen koulutuksen ja tutkimuksen profiloitumisesta (ml. tutkimusinfrastruktuurit) ja työnjaosta jatkuvana prosessina teknillisten yliopistojen toimintamallin mukaisesti. Perustetaan dekaanikokouksen päätöksenteon vahvistamiseksi yhteistyöelin.
	Käynnistetään erillinen selvitys kemian tutkimuksen profiloitumisesta ja työnjaosta. Kemian alan koulutusta tulee uudistaa vastaamaan tulevaisuuden haasteita. Tehtävään esitetään erillistä selvitysmiestä.

Luonnontieteiden yliopistokoulutuksen tarve on kasvussa

Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035 -raportissa (Hanhijoki 2020) esitetään tulevaisuuden koulutustarvetta ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Ennakointiprosessin toteuttamisessa on hyödynnetty Osaamisen ennakointifoorumia. Ennakoinnissa Tulevaisuuden työvoimatarpeet perustuvat toimialoitain ennakoituun työvoiman määrän muutokseen ja työvoimapoistumaan, joista laskettiin avautuvien työpaikkojen määrä vuosille 2017–2035. Raportin mukaan luonnontieteissä viime vuosien koulutusmäärät vastaavat tulevaisuuden koulutustarvetta, mutta luonnontieteiden yliopistokoulutuksen tarve kasvaa hieman. Luonnontieteellisen koulutuksen suorittaneiden avautuvista työpaikoista kolmasosa on koulutuksen toimialalla. Toinen kolmannes työpaikoista on kemiallisten tuotteiden valmistuksessa ja liiketoiminnan ja kehittämisen palveluissa liike-elämälle. Lisäksi useimmat muut toimialat tarvitsevat pieniä määriä luonnontieteiden osaajia. (Hanhijoki 2020.)

Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035 -raportin mukaan luonnontieteiden koulutustarpeessa on jonkin verran alakohtaisia eroja. Ympäristöalalla yliopistokoulutuksen tarve on jonkin verran vuoden 2020 tasoa suurempi. Biologian ja biotieteiden koulutustarve on hienoisessa kasvussa. Biologiin tarve säilyy nykyisellään, mutta lisäystä tarvitaan biokemian koulutukseen. Kemian ja matematiikan koulutuksen suorittaneita tarvitaan vuoden 2020 tasoa enemmän ja geotieteiden nykyistä vähemmän. Fysiikan ja tilastotieteen koulutustarve säilyy vuoden 2020 tason suuruisena. (Hanhijoki 2020.)

Opetushallituksen ja Osaamisen ennakointifoorumin (OEF) kohtaantotarkastelussa (OPH 2024) arvioidaan aloittain työvoiman riittävyyttä ja osaamista suhteessa uusiin avautuviin työpaikkoihin. Tarkastelussa määritellään ylitarjonta-, alitarjonta- ja tasapainoammattialat aikavälillä 2019–2028. Kohtaantotarkastelussa luonnontieteen ja matematiikan asiantuntijat määriteltiin alitarjonta-alaksi. Avautuvien työpaikkojen arvioitiin lisääntyvät keskimäärin 3,8 prosenttia ja työvoiman tarjonnan 3,6 prosenttia vuodessa vuoden 2019 työllisten määrästä. Näin olleen kohtaanto vähenee 0,2

prosenttia vuodessa eli tarkastelujakson yhdeksän vuoden aikana yhteensä 1,8 prosenttia. Tarkastelujakson alussa vuonna 2019 luonnontieteiden ja matematiikan alojen työllisten määrä oli 11 433. (OPH 2024.)

Työelämässä tarvitaan monipuolisia työelämätaitoja sekä kestävyys- ja digiosaamista

Osaaminen 2035 -raportissa (OPH 2019) tarkastellaan osaamisen merkitysten muutoksia ja tärkeimpiä osaamisia vuonna 2035. Lähtökohtana tarkastelussa oli Osaamisen ennakointifoorumin (OEF) ennakointiprosessi. Osaamisen ennakointityön taustalla vaikuttavat laajat muutosilmiöt, kuten teknologinen kehitys, toimialojen verkottuminen, asiakaslähtöisyyden vahvistuminen sekä kestävään kehitykseen perustuvan ajattelun vahvistuminen, luovat pohjaa tulevaisuuden osaamisrakenteelle. Osaamistarpeiden ennakoinnissa osaaminen luokiteltiin geneerisiin osaamisiin, yleisiin työelämäosaamisiin ja ammattialakohtaisiin osaamisiin. (OPH 2019.)

Osaaminen 2035 -raportin mukaan tulevaisuudessa merkitystään kasvattavat muutoksen hallintaa edistävät metataidot, kuten ongelmanratkaisutaidot, itseohjautuvuus, oppimiskyky, henkilökohtaisen osaamisen kehittäminen ja johtaminen sekä tiedon arviointitaidot. Lisäksi merkitystään kasvattavat digitalisaatioon liittyvät osaamiset. Kahdeksi tärkeimmäksi tulevaisuuden osaamiseksi nousivat asiakaslähtöisten palveluiden kehittämisosaaminen sekä kestävä kehityksen tuntemus. Kestävä kehityksen osaamisen merkitys kasvaa edelleen, kun yhteiskunnallinen kehitys jatkuu ekologisesti suuntaan. Raportissa arvioitiin, että kestävä kehityksen huomioiminen oppimispolun eri vaiheissa nousee entistä tärkeämpään rooliin. (OPH 2019.)

Jatkuvan oppimisen ja työllisyyden palvelukeskus Jotpa on kehittänyt ennakointitiedon raportointijärjestelmää Osaamiskompassia, joka yhdistää tietoa osaamisen tarjonnasta ja ennakoidusta kysynnästä (Jotpa 2024). Huhtikuussa 2024 Osaamistarvekompassissa on julkaistu raportti, joka tarjoaa yhteenvedon kaikkien ammattialojen osaamisista. Data on koottu työpaikkailmoituksista vuosilta 2018–2013, investoinneista, DOAJ-portaalista avoimesti saatavilla olevista tiedejulkaisuista sekä OpenAI:n kielimalleja hyödyntäen. Osaamisdatan yhteenvetoanalyysin tuloksia on tarkasteltu yleisten työelämäosaamisten, digiosaamisten ja vihreiden osaamisten näkökulmasta. (Leveälahti 2024.)

Osaamistarvekompassin mukaan yleisiä kaikilla aloilla työelämässä tarvittavia taitoja ovat muun muassa projektinhallintataidot, tiimityöskentelytaidot, kriittinen ajattelu ja ongelmanratkaisutaidot. Lisäksi työelämässä tarvitaan viestintätaitoja, mukautumiskykyä, itseohjautuvuutta, eettistä pohdintaa, johtamistaitoja ja ajanhallintaa. Digitaalinen osaaminen puolestaan käsittää monipuolisesti erilaisia taitoja ja osaamista, kuten ohjelmointitaidot, kyberturvallisuuden perusteet, pilvipalveluiden hallinta, Big Data -analytiikan osaaminen, tietokantojen hallinta sekä eri työnantajaorganisaatioiden digitaalisten ympäristöjen hallinta. Vihreä osaaminen liittyy erityisesti kestävä kehityksen periaatteiden omaksumiseen ja ympäristötietouden kasvattamiseen. (Leveälahti 2024.) Elinkeinoelämän keskusliiton mukaan vihreä osaaminen on yhdistelmä yleisiä ja tietoteknisiä valmiuksia sekä työssä tarvittavaa osaamista. Vihreässä osaamisessa korostuvat kestävät työskentelytavat sekä kyky tunnistaa markkinamahdollisuudet ja mukautua uusiin työtehtäviin innovaatioiden myötä. Vihreää

siirtymää edistävä osaaminen koskettaa useita toimintoja ja osaamistarpeet ovat toimiala- ja tehtäväriippuvaisia. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2024.)

Kemianteollisuus ry on selvittänyt yhdessä Aalto-yliopiston kanssa strategisia kyvykkyyksiä ja menestystekijöitä, joita ala tarvitsee hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi. Hiilineutraaliuteen tarvittavat strategiset kyvykkyydet voidaan jakaa kuuteen keskenään vuorovaikutuksessa olevaan ryhmään: johtajuus, johtamisen prosessit, yrityskulttuuri, osaaminen monilta aloilta, innovointi ja liiketoimintaympäristöön vaikuttaminen. Monialaisesta osaamisesta nostetaan esiin työntekijät, jotka hahmottavat laajoja kokonaisuuksia ja ymmärtävät ympäristöllisen, teknisen sekä taloudellisen näkökulman yrityksen toiminnassa kokonaisuutena. Hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi yritykset tarvitsevat myös osaajia sekä kemiasta ja kemiantekniikasta että matematiikasta, fysiikasta ja biologiasta. (Ikonen ym. 2021.)

Matemaattisten aineiden opettajiksi opiskelevien opiskelijoiden määrä on laskusuunnassa

Moilanen ja Neittaanmäki (2021) tarkastelivat raportissaan matematiikan, fysiikan ja kemian maisterintutkintojen sekä matemaattisten aineiden opettajan pedagogiset opinnot (60 op) suorittaneiden opiskelijoiden määriä Suomessa vuosina 2010–2020. Tieto aineenopettajan pätevyyden suorittaneiden opiskelijoiden määristä eri vuosina kerättiin ottamalla yhteyttä yliopistojen harjoittelukouluihin. Raportin koonneista puuttuvat Itä-Suomen yliopiston (Joensuu) tiedot, koska sieltä saatiin vain osa tiedoista. (Moilanen ja Neittaanmäki 2021.)

Raportin mukaan matemaattisten aineiden opettajiksi valmistuneiden määrä Suomen yliopistoissa on 2010-luvulla laskenut lähes 40 prosentilla. Esimerkiksi vuonna 2010 Helsingin yliopistossa aineenopettajan pätevyyden suoritti 175 opiskelijaa ja vuonna 2020 aineenopettajan tutkinnon suorittaneita oli enää 62. Pelkän opettajanpätevyyden suorittaneiden lukumäärä ei kerro sitä, kuinka moni opettajapätevyyden suorittaneista maistereista päätyy opettajiksi. Raportin mukaan merkittävä lasku opettajapätevyyden suorittaneiden määrissä voi johtaa siihen, että pätevistä matemaattisten aineiden opettajista tulee pula tulevaisuudessa. (Moilanen ja Neittaanmäki 2021.)

Moilasen ja Neittaanmäen (2021) mukaan matematiikan, fysiikan ja kemian osaamista edellyttäviä koulutuspaikkoja on enemmän kuin sellaisia lukiosta valmistuvia opiskelijoita, joilla olisi edellytyksiä pärjätä matemaattis-luonnontieteellisen alan opinnoissa. Tämä on osaltaan johtanut pääsyvaatimusten helpottamiseen, alan yliopisto-opetuksen vaatimustason alentamiseen sekä opiskeluaikojen pidentymiseen. Myös matemaattis-luonnontieteellisten alojen ensimmäisen vuoden opiskelijoiden keskeyttämisprosentti on suuri. Nykyisillä opiskelijamäärillä ei raportin mukaan ole mahdollista kouluttaa Suomeen riittävästi matemaattisten aineiden opettajia. Raportissa suositellaan nykyistä tiiviimpää vuoropuhelua lukioiden ja yliopistojen matematiikan, fysiikan ja kemian ainelaitosten välillä siitä, miten lukio-opintojen ja yliopisto-opintojen välistä kuilua osaamisessa ja opetuksen työta-voissa voitaisiin pienentää. (Moilanen ja Neittaanmäki 2021.)

Unescon (2023, 316–317) raportin mukaan STEM-aineiden opettajista on kova pula myös maailmanlaajuisesti. Esimerkiksi Iso-Britanniassa fysiikan opettajan koulutukseen hakeutuu vain murto-osa

(17 %) suhteessa opettajatarpeeseen. Yhdysvalloissa oli vuonna 2019 yli 30 000 avointa fysiikan opettajan paikkaa, mutta vain noin 6000 fysiikan pääaineopiskelijaa. Opiskelijoiden vähyyden lisäksi haasteena on, että STEM-aineiden opettajien alanvaihtoluvut ovat korkeammat kuin muiden opettajapulasta kärsivien aineiden opettajien. Tämä korostuu erityisesti maaseutualueilla. Raportin mukaan opettajapula ei ainoastaan estä tehokasta opetusta vaan myös heikentää koulutuksen laatua ja syventää alueellisia eroja. (Unesco 2023.)

Opetushallituksen Opettajat ja rehtorit Suomessa 2019 -raportissa (OPH 2020) selvitettiin perusopetuksen ja lukiokoulutuksen aineenopettajien kelpoisuuksia vuonna 2019. Tuloksia on verrattu vuoden 2016 tiedonkeruuseen. Tiedonkeruu on toteutettu kouluilta ja oppilaitoksilta saatujen opettajien yhteystietojen avulla, ja tulokset perustuvat opettajien itsensä antamiin tietoihin. Raportin tilastoinnissa mukana olevissa perusopetuksen ja lukiokoulutuksen kouluissa työskenteli vuonna 2019 yhteensä 3 260 sellaista lehtoria ja päätoimista tuntiopettajaa, joiden eniten opettama oppiaine oli matemaattis-luonnontieteellinen aine. Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opettajien osuus perusopetuksen ja lukiokoulutuksen lehtoreista ja päätoimisista tuntiopettajista oli 27,9 prosenttia, mikä on 3,9 prosenttiyksikköä suurempi kuin vuonna 2016 tehdyssä selvityksessä.

Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden lehtoreiden ja päätoimisten tuntiopettajien kelpoisuusaste vaihteli matematiikan 96,2 prosentin ja maantieteen 100 prosentin välillä (ks. taulukko 3). Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opettajien kelpoisuustilanne oli ajanjaksolla 2016–2019 jonkin verran heikentynyt muissa aineissa paitsi maantieteessä, jossa se oli noussut 2,5 prosenttiyksikköä. Heikennys oli suhteellisesti suurin matematiikassa, jossa se oli 2,6 prosenttiyksikköä. (OPH 2020.)

TAULUKKO 3. Perusopetuksen ja lukiokoulutuksen lehtoreiden ja päätoimisten tuntiopettajien muodollinen kelpoisuus opettajan eniten opettaman oppiaineen mukaan vuonna 2019 (OPH 2020)

Opettajan eniten opettama aine	Perusopetus			Lukiokoulutus			Yhteensä		
	Opettajien lukumäärä tiedonkeruussa	Muodollisesti kelpoinen antamaan opetusta hoitamaan tehtävässä		Opettajien lukumäärä tiedonkeruussa	Muodollisesti kelpoinen antamaan opetusta hoitamaan tehtävässä		Opettajien lukumäärä tiedonkeruussa	Muodollisesti kelpoinen antamaan opetusta hoitamaan tehtävässä	
		lkm	%		lkm	%		lkm	%
Matematiikka	1055	1014	96,1	686	661	96,4	1741	1675	96,2
Fysiikka	201	196	97,5	183	182	99,5	384	378	98,4
Kemia	234	231	98,7	126	124	98,4	360	355	98,6
Maantieto tai maantiede	73	73	100,0	36	36	100,0	109	109	100,0
Biologia	396	384	97,0	267	264	98,9	663	648	97,7

Opetusalan ammattijärjestön OAJ:n Opettajankoulutuksen voimavarat ja asema yliopistossa -selvityksessä (Kivistö ym. 2023) tuodaan esiin opettajakelpoisuuksien määrien muutoksia vuosina 2016–2022. Aineenopettajakoulutuksessa ainekelpoisuuksien suoritusten määrä oli kasvava vuosina

2016–2022, mutta fysiikan, kemian ja matematiikan ainekelpoisuuksien suoritusten lukumäärä oli vuonna 2022 täsmälleen sama kuin vuonna 2016. Vuonna 2016 ja vuonna 2022 fysiikan, kemian ja matematiikan ainekelpoisuuksia suoritti yhteensä 222 opiskelijaa. Alimmillaan suoritusten määrä oli vuonna 2018, jolloin kelpoisuuden suoritti 183 opiskelijaa. Ainekelpoisuuden tilastovuosi määräytyy sen vuoden mukaan, milloin kaikki kelpoisuuden vaatimukset on suoritettu. Opetettavat aineet on luokiteltu ryhmiin, kuten fysiikka, kemia ja matematiikka ja kelpoisuus on merkitty, mikäli henkilöllä on vähintään yksi ryhmään kuuluvista ainekelpoisuuksista. (Kivistö ym. 2023.)

Tohtoreiden osaamista on hyödynnettävä nykyistä laajemmin

Opetus- ja kulttuuriministeriö asetti tutkijanuria käsittelevän työryhmän ajalle 1.9.2020–30.5.2021. Työryhmän keskeisinä tehtävinä oli tarkastella tohtorikoulutettujen korkeakoulujen ulkopuolelle siirtymisen tehostamista ja esittää toimenpiteitä, joilla edistää tohtorikoulutettujen osaamisen nykyistä laajempaa hyödyntämistä. (OKM 2021e.) Tutkijanurien ja tutkijakoulutusten kehittämistä sekä ratkaisuja laajan ja monipuolisen asiantuntemuksen turvaamiseksi eri sektoreilla on kartoitettu jo aikaisemmin opetusministeriön asettamien tutkijanuratyöryhmän raporteissa (OPM 2006, OKM 2016).

Vuonna 2020 tehdyn tohtoreiden uraseurantakyselyn mukaan 31 prosenttia vastanneista ilmoitti olevansa töissä yksityisellä sektorilla joko yrittäjänä tai työntekijänä. Vuonna 2019 yrityksissä tutkimus- ja kehittämistehtävissä työskentelevistä kahdeksalla prosentilla oli tohtorin tai lisensiaatin tutkinto. Raportin mukaan yrityksiin työllistyvien tutkijankoulutuksen suorittaneiden määrä oli kuitenkin kasvussa, sillä vuonna 2019 heitä oli 11 prosenttia enemmän kuin vuonna 2016. Tutkijauratyöryhmän mukaan tohtoreiden TKI-osaamisen hyödyntäminen nykyistä laajemmin niin julkisella, yksityisellä kuin kolmannella sektorilla luo pohjaa muillekin korkeakoulutusta vaativille työpaikoille ja niiden lisäämiselle. (OKM 2021e.)

Tutkijanuratyöryhmän raportin (OKM 2021e) mukaan TKI-työtä yksityisellä sektorilla tekevien tohtoreiden verrattain pientä määrää selittävät käytännöt ja käsitykset niin yrityksissä kuin tutkijankoulutettujen keskuudessaakin sekä tohtorikoulutuksen sisällöt ja uraohjauksen puute. Työryhmän mukaan eri työelämän sektoreiden uramahdollisuuksien tulee olla näkyvissä jo tutkijakoulutuksen rekrytointivaiheessa ja väitöskirjatutkijoita tulee tukea urasuunnittelussa tohtoriopintojen alkuvaiheesta lähtien. OKM:n tutkijanuratyöryhmä suositteli jo vuonna 2016, että työmarkkinoihin ja työllistymiseen liittyvät kysymykset tulisi nostaa esiin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa jatko-opintoja (OKM 2016).

Tutkijanuratyöryhmän raportin (OKM 2021e) mukaan tieteellisen ja teknisen asiantuntijuuden lisäksi yrityksissä tarvitaan myös muunlaista osaamista, kuten asiakkaiden tarpeiden ymmärrystä, liiketoimintaosaamista ja kykyä soveltaa tietoa käytännössä. Tutkijakoulutuksen tuleekin tutkijavalmiuksien lisäksi antaa valmiuksia myös muihin vaativiin asiantuntijatehtäviin, joihin liittyvät muun muassa projekti- ja vuorovaikutustaidot, johtamis- ja neuvottelutaidot sekä viestintätaidot. Tutkijanuratyöryhmän mukaan väitöskirjatutkijoiden uraohjauksessa tulisi panostaa erilaisten taitojen kehittämiseen sekä uratoiveiden suuntaamiseen sen mukaan, mitä yritykset odottavat

tutkijankoulutetuilta työntekijöiltä. Valmistuneiden tohtoreiden tulisi pystyä kirkastamaan itselleen ja työnantajille omaa monipuolista osaamistaan, soveltamiskykyään ja ratkaisukeskeistä lähestymistapaa. Väitöskirjatutkijoiden kiinnostusta ja edellytyksiä myös yrittäjyyteen tulisi edistää. (OKM 2021e.)

Tutkijanuratyöryhmän esityksen mukaan tohtoreiden osaamista on hyödynnettävä yhteiskunnassa huomattavasti nykyistä laajemmin yhteistyössä eri tahojen kanssa. Tutkijanurien kehittämiseksi eri toimijoiden ja sektorien on tuotettava ja jaettava keskenään tietoa ja tehtävä yhteistyötä yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Tutkijoiden liikkuvuus mahdollistaa tärkeää verkostoitumista ja kehittää yksilöä monipuolisesti. Jotta kansainvälinen liikkuvuus ei tarkoita parhaiden osaajien menettämistä, tutkimustoimijoiden ja kansallisen puitteen tulee luoda niin houkutteleva ympäristö tutkimuksen ja henkilökohtaisten mahdollisuuksien suhteen, että Suomi voi pärjätä kisassa maailman parhaista osaajista. (OKM 2021e.)

Tieteentekijöiden liitto teetti vuosina 2020–2021 kyselyn väitöskirjatutkijoille sekä hiljattain väitelleille. Kyselyssä selvitettiin nuorempien tutkijoiden työtilannetta, tutkimuksen rahoitusta, työnteon edellytyksiä, tulevaisuuden näkymiä sekä uraohjausta ja urasuunnitelmia. Nuoremmalla tutkijalla tarkoitetaan väitöskirjaa tekevää tai hiljattain eli 1–4 vuotta sitten väitellyttä tutkijaa. Kyselyä ei kohdennettu ainoastaan Tieteentekijöiden liiton jäsenille, vaan sillä pyrittiin tavoittamaan eri kieli-ryhmät huomioiden kaikki Suomessa toimivat nuoremmat tutkijat. Kyselyyn vastasi yhteensä 1517 nuorempaa tutkijaa. Vastaajista 79 prosenttia teki parhaillaan väitöskirjaa ja 19 prosenttia oli väitellyt 1–4 vuotta sitten. Luonnontieteellisen alan edustajia vastaajista oli 20 prosenttia. (Tieteentekijöiden liitto 2021.)

Tieteentekijöiden liiton kyselyyn vastanneiden tohtorintutkinnon suorittamiseen kulunut aika oli pitempi kuin usein suositelluksi suoritusajaksi mielletty 4 vuotta. Hiljattain väitelleiden vastaajien tohtorintutkinto oli valmistunut keskimäärin 5,7 vuodessa (mediaani 5 vuotta). Väitöskirjaansa tekevien keskimääräinen arvio valmistumiseen kuluvasta ajasta oli 5,1 vuotta (mediaani 5 vuotta). Väitöskirjan tekemiseen käytetyssä ajassa on eroja tieteenalojen välillä. Teknistieteellisiltä ja luonnontieteellisiltä aloilta väiteltiin kyselyn vastausten mukaan keskimäärin nopeammin kuin muilta tieteenaloilta. Luonnontieteellisellä alalla väitöskirjan tekemiseen kulunut aika oli keskimäärin 5,0 vuotta. Vuonna 2017 toteutetun vastaavan kyselyn vastausten mukaan luonnontieteellisen alan väitöskirjan tekemiseen käytettiin aikaa keskimäärin 5,4 vuotta. (Tieteentekijöiden liitto 2021.)

Nuoremmille tutkijoille suunnatun kyselyn vastaajista kaksi kolmasosaa oli huolissaan työuransa epävarmuudesta, vaikka suurin osa suhtautuu myönteisesti uranäkymiinsä. Monet olivat kuitenkin huolissaan tutkijaksi työllistymisestä, koska yliopistojen ja tutkimuslaitosten työpaikat ovat hyvin kilpailtuja. Yli puolet vastaajista oli harkinnut kyselyhetkeä edeltäneen 12 kuukauden aikana siirtymistä yksityiselle sektorille (56 %) tai julkiselle sektorille (ml. tutkimuslaitokset) (53 %). Vastaajista 44 prosenttia on harkinnut hakeutumista toisiin tehtäviin. Vastaajilta kysyttiin myös tulevaisuuden työskentelyvaihtoehdoista, joista he voivat valita kaikki heitä kiinnostavat vaihtoehdot. Suurin osa (86 %) vastaajista voisi tulevaisuudessa työskennellä yliopistolla tai julkisella sektorilla (85 %). Yksityinen sektori kiinnosti reilua kahta kolmasosaa vastaajista. Yrittäjänä voisi kuvitella

työskentelevänsä reilu neljäsosa vastaajista. Lähes kaksi kolmasosaa vastaajista on tehnyt väitöskirjatutkimukseen liittyvää muuta yhteistyötä yliopiston ulkopuolisten toimijoiden kanssa. Tätä muuta yhteistyötä ei määritelty tarkemmin, joten se voi sisältää monenlaisia erilaisia yhteistyön muotoja. (Tieteentekijöiden liitto 2021.)

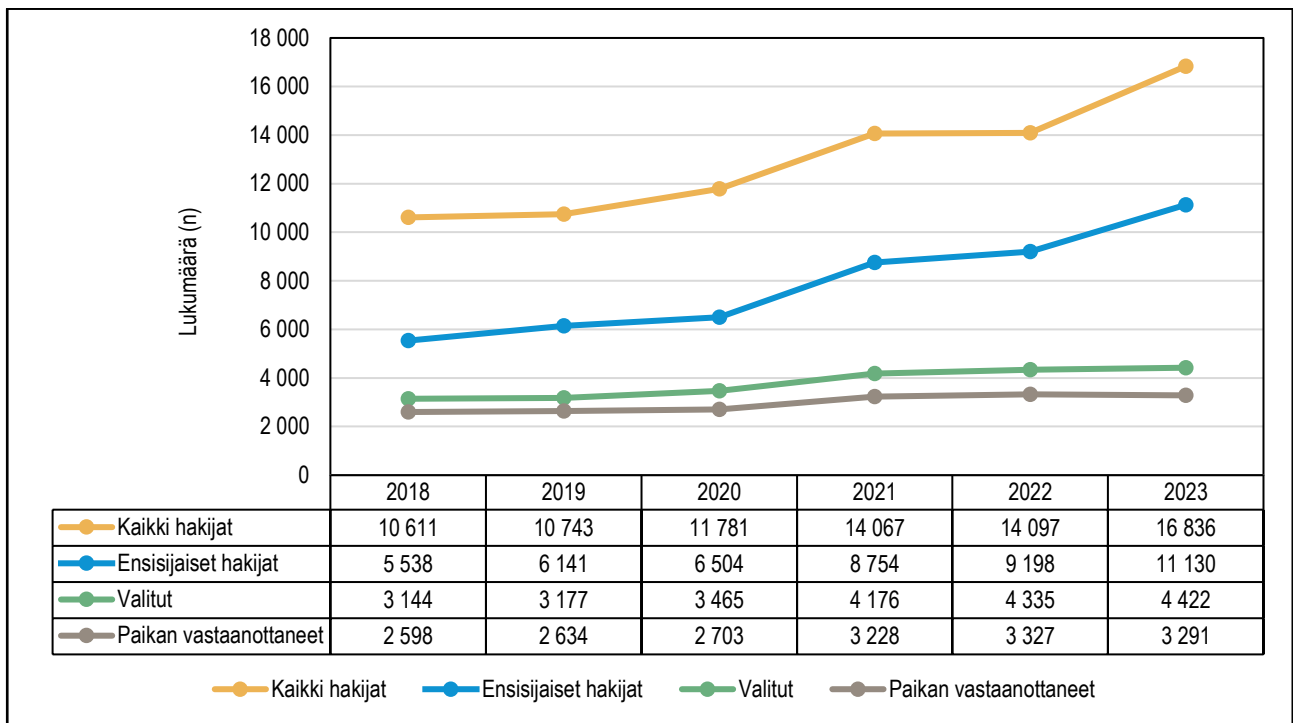
Tieteenaloittain tarkasteltuna tiiviimmin yhteyttä väitöskirjaohjaajaan pidettiin Tieteentekijöiden liiton kyselyn mukaan eläin- ja hammaslääketieteissä, psykologiassa, lääketieteissä, luonnontieteissä, liikuntatieteissä sekä farmasiassa. Hammaslääketiedettä lukuun ottamatta nämä ovat aloja, joissa nuoremmille tutkijoille suunnattuun kyselyyn vastaajat kokivat tekevänsä tutkimusta useimmiten osana tutkijaryhmää. Vuoden 2017 kyselyyn verrattuna selvästi suurempi osuus vastaajista kertoi saaneensa uraohjausta väitöskirjatutkimuksen ja tohtoriopintojen aikana. Tyypillisin uraohjauksen muoto oli keskustelu oman väitöskirjaohjaajan kanssa (64 %). Vain 8 prosenttia vastaajista kertoi keskustelleensa työllistymisestään ja urasuunnitelmistaan urapalveluiden asiantuntijan kanssa. Tämän lisäksi reilu neljännes vastaajista oli ollut yliopiston tarjoamissa verkostoitumistilaisuuksissa, ja viidennes oli käyttänyt yliopiston nuoremmille tutkijoille suunnattuja uraoppaita ja materiaaleja. Vajaa viidennes (19 %) vastaajista kertoi, että heidän ohjaus- tai seurantaryhmäänsä on kuulunut oman yliopiston ulkopuolinen edustaja toisesta yliopistosta tai tutkimuslaitoksesta ja vain 6 prosenttia vastasi, että ryhmään on kuulunut edustaja muusta kuin tutkimusorganisaatiosta. Vaikka uraohjauksen määrä oli kyselyn tulosten mukaan lisääntynyt, nuoremmat tutkijat kaipaivat sitä raportin mukaan edelleen lisää, sillä enemmistö valmistuvista tohtoreista siirtyy yliopiston ulkopuolelle muuhun työelämään. (Tieteentekijöiden liitto 2021.)

2.4 Luonnontieteelliselle koulutusosalalle hakeutuminen, tutkintojen suorittaminen ja työllistyminen tilastojen valossa

Luvussa 2.3 esitetään Opetushallinnon tilastopalvelu Vipusesta (Vipunen 2024) poimittuja tietoja sekä tietojen perusteella laskettuja lukuja luonnontieteellisen koulutusalan hakijoista, opiskelijoista, suoritetuista tutkinnoista sekä valmistuneiden työllistymisestä. Alakohtaisessa jaossa käytetään Vipusessa käytettyä alakohtaista jakoa.

Luonnontieteelliselle koulutusosalalle hakeneiden määrä kasvusuunnassa

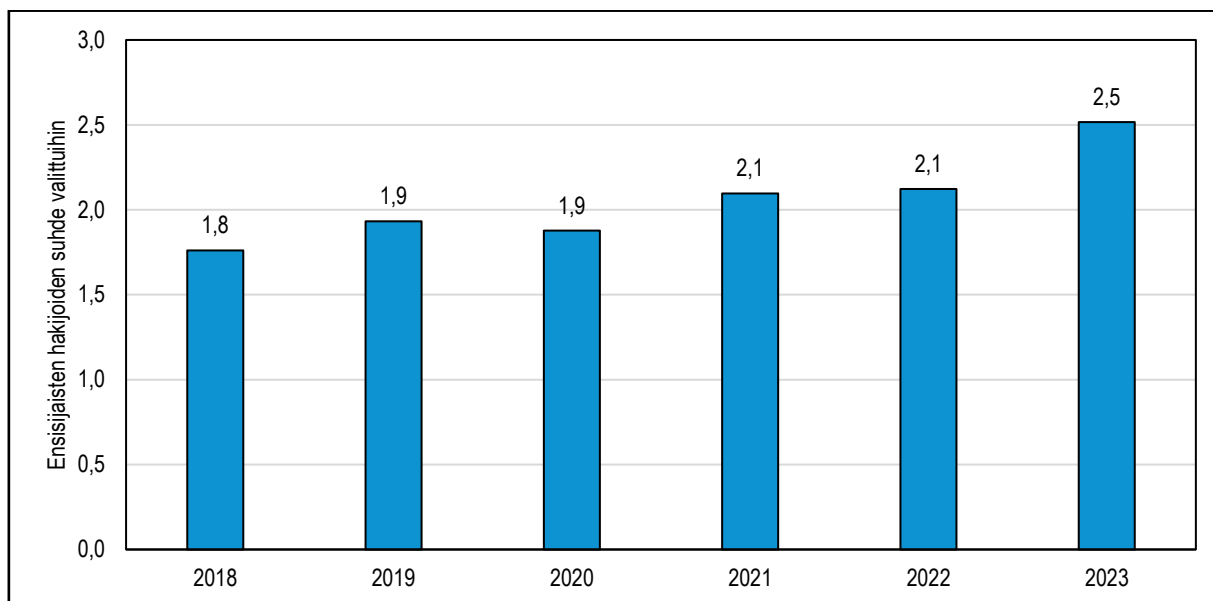
Luonnontieteelliselle koulutusosalalle hakeneiden lukumäärä kasvoi vuonna 2023 verrattuna edellisiin vuosiin (ks. kuvio 1). Kasvua oli kaikkien hakijoiden ja ensisijaisten hakijoiden lukumäärissä. Opiskelupaikan vastaanottaneita oli selkeästi vähemmän kuin opiskelemaan valittuja. (Vipunen 2024.) Vuonna 2018 opiskelupaikan vastaanotti 83 prosenttia opiskelemaan valituista, kun vuonna 2023 vastaava luku oli 74 prosenttia. Vuonna 2023 paikan vastaanottaneiden suhteellinen osuus opiskelemaan valituista vaihteli jonkin verran yliopistoittain (vaihteluväli 72–78 %) ja aloittain (vaihteluväli 70–76 %). Vuonna 2023 yleisin valintatapa luonnontieteelliselle koulutusosalalle oli todistusvalinta (Vipunen 2024). Todistuksen perusteella valittiin 57 prosenttia kaikista opiskelemaan valituista. Vuodesta 2018 lähtien todistusvalinnan suhteellinen osuus kaikista valintatavoista on kasvanut yhteensä 21 prosenttiyksikköä. Vuonna 2018 todistusvalinnan osuus kaikista valintatavoista oli 36 prosenttia.



KUVIO 1. Luonnontieteelliselle koulutuslalle hakeneet, valitut ja paikan vastaanottaneet vuosina 2018–2023 (Vipunen 2024)

Vuosina 2018–2023 ensisijaisissa hakijoissa ja paikan vastaanottaneissa on ollut enemmän naisia kuin miehiä (ks. liite 1, kuvio 1) (Vipunen 2024). Vuonna 2023 luonnontieteelliselle koulutuslalle opiskelemaan hakeneista naisia oli 51 prosenttia ja opiskelupaikan vastaanottaneista 58 prosenttia.

Hakijamäärien noustessa myös luonnontieteellisen koulutusalan vetovoima on noussut vuodesta 2022 vuoteen 2023 (ks. kuvio 2). Kasvua vetovoimassa on ollut vuodesta 2018 lähtien. Vetovoima on laskettu ensisijaisten hakijoiden suhteena opiskelemaan valittuihin. Vetovoimassa on eroja yliopistojen ja alojen välillä. Liitteessä 1 esitetään luonnontieteellisen koulutusalan vetovoimaluvut vuosina 2018–2023 yliopistoittain (ks. liite1, kuvio 2) ja aloittain (ks. liite 1, kuvio 3). Suurin vetovoima vuonna 2023 oli Helsingin yliopistolla (3,5) ja pienin Åbo Akademiä (1,2). Åbo Akademiä lukuun ottamatta kaikkien yliopistojen luonnontieteellisen koulutusalojen vetovoima oli kasvanut vuodesta 2022. Yliopistoittain tarkasteltuna vetovoima ei kuitenkaan ollut kasvanut tasaisesti vuodesta 2018 vuoteen 2023, vaan eri yliopistoilla on ollut vuosina 2018–2023 vaihtelua luonnontieteellisen koulutusalan vetovoimassa.

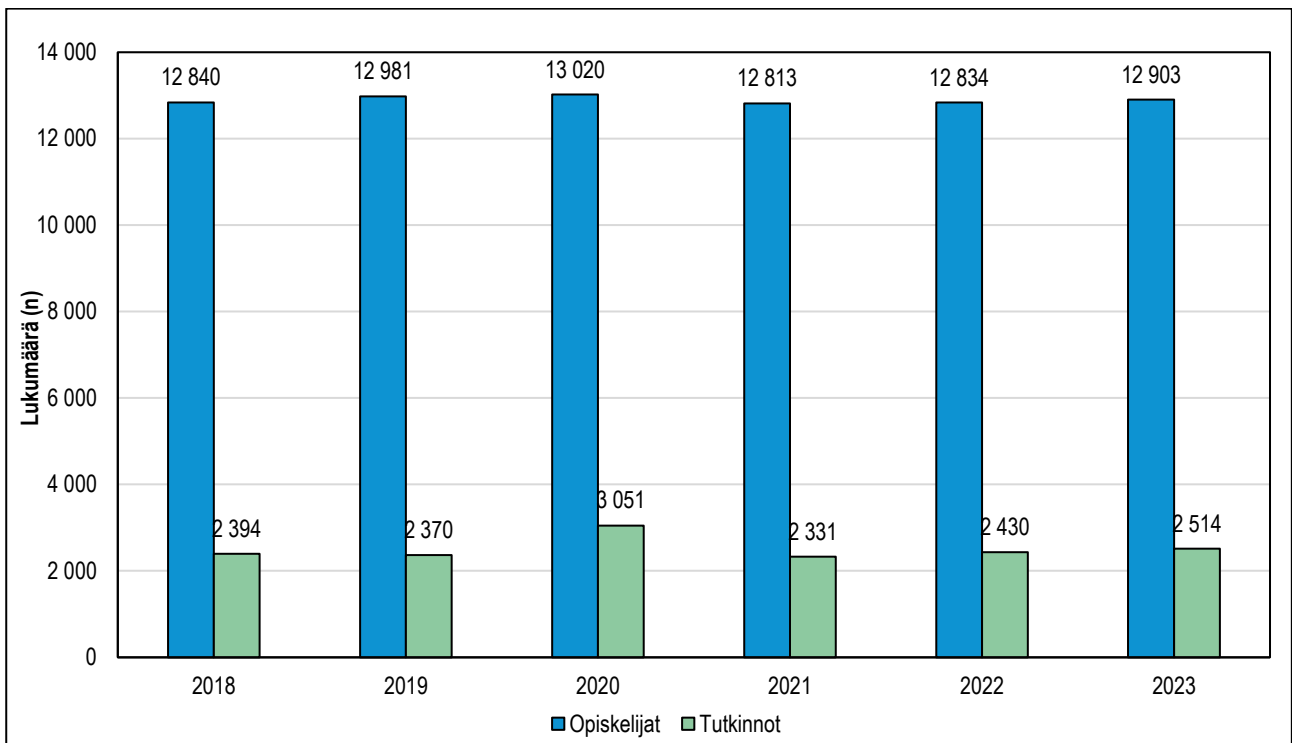


**KUVIO 2. Ensisijaisten hakijoiden suhde opiskelemaan valittuihin luonnontieteellisellä koulutus-
alalla vuosina 2018–2023 (laskettu Vipusen 2024 tietojen perusteella)**

Luonnontieteen aloittain tarkasteltuna ympäristöaloilla oli suurin vetovoima (6,3) vuonna 2023 (ks. liite 1, kuvio 3). Toiseksi suurin vetovoima oli biologialla ja biotieteillä (3,4) ja pienin matematiikalla ja tilastotieteellä (1,2). Myöskään aloittain vetovoima ei ole kasvanut tasaisesti vuodesta 2018 vuoteen 2023, vaan kaikilla aloilla on ollut vaihtelua vetovoimassa. Kaikilla aloilla vetovoima on joko kasvanut tai pysynyt samana vuonna 2023 verrattuna vuoteen 2018. Suurin kasvu on ollut ympäristöaloilla vetovoiman kasvaessa 2,0:sta 6,3:een. Biologiassa ja biotieteissä vetovoima vuonna 2023 oli yhtä suuri kuin vuonna 2018.

Opiskelija- ja tutkintomäärissä ei viime vuosina suuria muutoksia

Luonnontieteellisen koulutusalan kandidaatti- ja maisteriopiskelijoiden määrissä sekä suoritettujen tutkintojen määrissä ei ole tapahtunut suurta muutosta vuosina 2018–2023 vuoden 2020 tutkintomäärien kasvua lukuun ottamatta (ks. kuvio 3). Vuonna 2021 suoritettujen tutkintojen määrä palasi vuosien 2018 ja 2019 tasolle. Tutkintojen määrä kasvoi yhteensä 183 tutkinnolla vuodesta 2021 vuoteen 2023. Vuonna 2023 eniten opiskelijoita luonnontieteellisellä koulutuslalla oli Helsingin yliopistossa (4800 opiskelijaa) ja toiseksi eniten Turun yliopistossa (2187 opiskelijaa) (ks. liite 2, kuvio 1). Vähiten opiskelijoita oli Åbo Akademiassa (459 opiskelijaa). Myös kandidaatti- ja maisteritutkintoja suoritettiin vuonna 2023 eniten Helsingin yliopistossa (yhteensä 879 tutkintoa) ja vähiten Åbo Akademiassa (yhteensä 84 tutkintoa). (Vipunen 2024.)



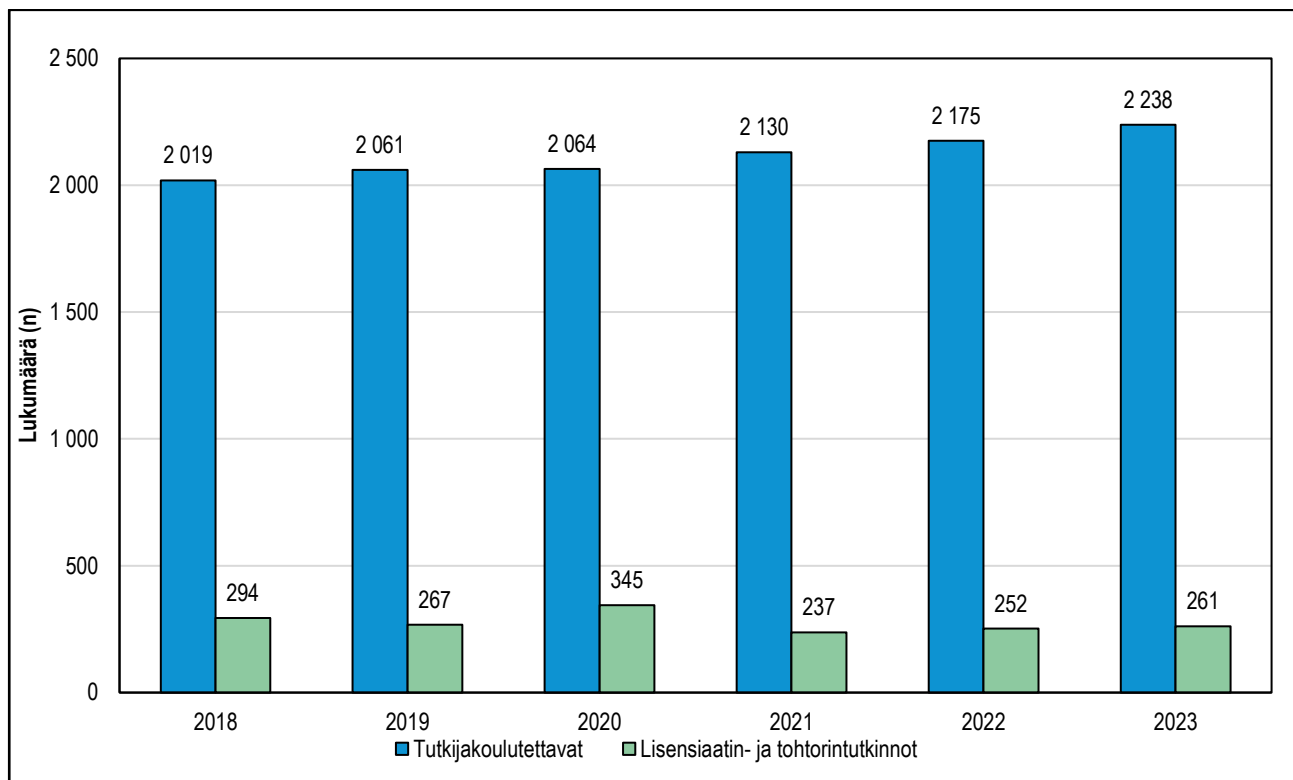
KUVIO 3. Luonnontieteellisen koulutusalan kandidaatti- ja maisterivaiheen opiskelijoiden ja suoritettujen tutkintojen lukumäärät vuosina 2018–2023 (Vipunen 2024)

Liitteessä 2 esitetään aloittain vuoden 2023 kandidaatti- ja maisterivaiheen opiskelijamäärät ja suoritettujen tutkintojen määrät sekä ylempien korkeakoulututkintojen määrät vuosina 2018–2023. Tässä käytetyn jaottelun mukaisesti vuonna 2023 eniten opiskelijoita ja suoritettuja tutkintoja oli fyysisissä tieteissä, kemiassa ja geotieteissä ja vähiten luonnontieteiden yleisissä koulutusohjelmissä (ks. liite 2, kuvio 2). Suoritettujen ylempien korkeakoulututkintojen määrissä muutokset vuosina 2018–2023 ovat olleet samansuuntaisia kaikilla aloilla (ks. liite 2, kuvio 3). Fysikaalisia tieteitä, kemiaa ja geotieteitä lukuun ottamatta muilla luonnontieteen aloilla tutkintomäärät ovat hieman kasvaneet vuonna 2023 vuoteen 2018 verrattuna. (Vipunen 2024.)

Kandidaatti- ja maisterivaiheen naisopiskelijoiden määrä on vuosina 2018–2023 kasvanut lähes tasan samalla kun miesopiskelijoiden määrä on vähentynyt (ks. liite 2, kuvio 4) (Vipunen 2024). Vuonna 2023 suoritetuista tutkinnoista 62 prosenttia oli naisopiskelijoiden suorittamia. Vuonna 2018 vastaava luku oli 55 prosenttia. Naisopiskelijoiden määrässä on kuitenkin alakohtaisia eroja (ks. liite 2, kuvio 5). Vuonna 2023 suhteellisesti eniten naisopiskelijoita oli ympäristöaloilla (77 %) ja biologiassa ja biotieteissä (75 %). Suhteellisesti vähiten naisopiskelijoita oli matematiikassa ja tilastotieteessä (39 %).

Luonnontieteellisen koulutusalan tutkijakoulutettavien määrä on tasaisesti hieman kasvanut vuodesta 2018 vuoteen 2023 (ks. kuvio 6). Toisaalta tutkintojen määrässä on ollut pientä laskua verrattaessa tutkintomääriä vuosina 2018 ja 2023. Eniten tutkintoja (345 tutkintoa) oli vuonna 2020. Tutkijakoulutettavilla tarkoitetaan sekä lisensiaatin- että tohtorintutkintoa suorittavia jatko-

opiskelijoita. Vuosina 2018–2023 suoritettiin yhteensä alle kymmenen lisensiaatintutkintoa vuodessa. Vuonna 2023 eniten sekä tutkijakoulutettavia että suoritettuja lisensiaatin- ja tohtorintutkintoja oli Helsingin yliopistossa (ks. liite 2, kuvio 6). Helsingin yliopistossa oli 1056 tutkijakoulutettavaa ja suoritettuja lisensiaatin- ja tohtorintutkintoja oli yhteensä 111. Luonnontieteellisellä alalla vähiten tutkijakoulutettavia ja suoritettuja lisensiaatin- ja tohtorintutkintoja oli Tampereen yliopistossa, jossa oli 105 tutkijakoulutettavaa ja yhdeksän tutkintoa. (Vipunen 2024.)



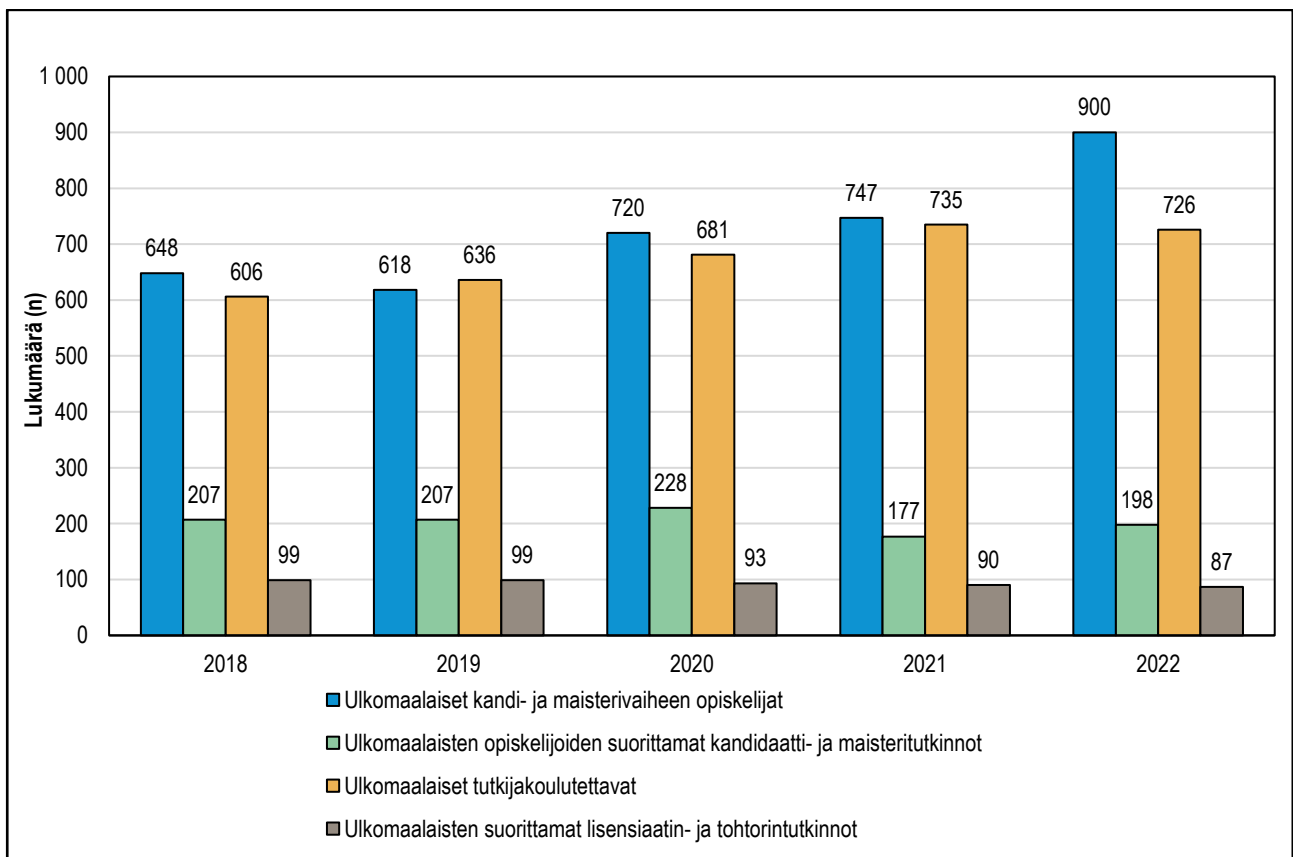
KUVIO 4. Luonnontieteellisen koulutusalan tutkijakoulutettavien ja suoritettujen lisensiaatin- ja tohtorintutkintojen määrät vuosina 2018–2023 (Vipunen 2024)

Vuonna 2023 eniten tutkijakoulutettavia oli fyysikaalisissa tieteissä, kemiassa ja geotieteissä, joissa oli lähes puolet (45 %) kaikista tutkijakoulutettavista (ks. liite 2, kuvio 7). Seuraavaksi eniten tutkijakoulutettavia oli biologiassa ja biotieteissä. Vähiten tutkijakoulutettavia ja suoritettuja lisensiaatin- ja tohtorintutkintoja oli luonnontieteiden yleisissä koulutusohjelmissä. Vuosien 2018–2023 aikana tutkintojen määrissä on ollut pientä vaihtelua, mutta mitään suuria muutoksia ei tutkintojen määrissä ollut (ks. liite 2, kuvio 8). Fysikaalisia tieteitä, kemiaa ja geotieteitä lukuun ottamatta kaikilla aloilla oli eniten lisensiaatin- ja tohtorintutkintoja vuonna 2020. (Vipunen 2024.)

Luonnontieteellisellä alalla vuosittain suoritettujen tohtorintutkintojen määrä verrattuna suoritettujen ylempien korkeakoulututkintojen määrään on melko suuri (Vipunen 2024). Vuonna 2023 luonnontieteellisen alan tohtorintutkintojen määrä suhteessa ylempiin korkeakoulututkintoihin oli 20 prosenttia, kun vastaava suhde esimerkiksi tekniikan aloilla oli 12 prosenttia ja yhteiskunnallisilla aloilla kuusi prosenttia. Fysikaalisissa tieteissä, kemiassa ja geotieteissä tohtorintutkintojen suhde

ylempiin korkeakoulututkintoihin oli 26 prosenttia ja ympäristöaloilla 21 prosenttia. Luonnontieteiden yleisissä koulutusohjelmissa suhde oli pienin (7 %).

Luonnontieteellisellä alalla ulkomaalaisten kandidaatti- ja maisterivaiheen opiskelijoiden määrä on vuodesta 2018 vuoteen 2022 kasvanut 39 prosentilla (ks. kuvio 5). Ulkomaalaisten opiskelijoiden suorittamat tutkinnot eivät ole kasvaneet samassa suhteessa kuin aloittaneiden ulkomaalaisten opiskelijoiden määrät, vaan niiden lukumäärä on hieman laskenut. Myös ulkomaalaisten tutkijakoulutettavien määrä on noussut ja suoritettujen lisensiaatin- ja tohtorintutkintojen määrä laskenut vuosien 2018 ja 2022 välillä. (Vipunen 2024.)



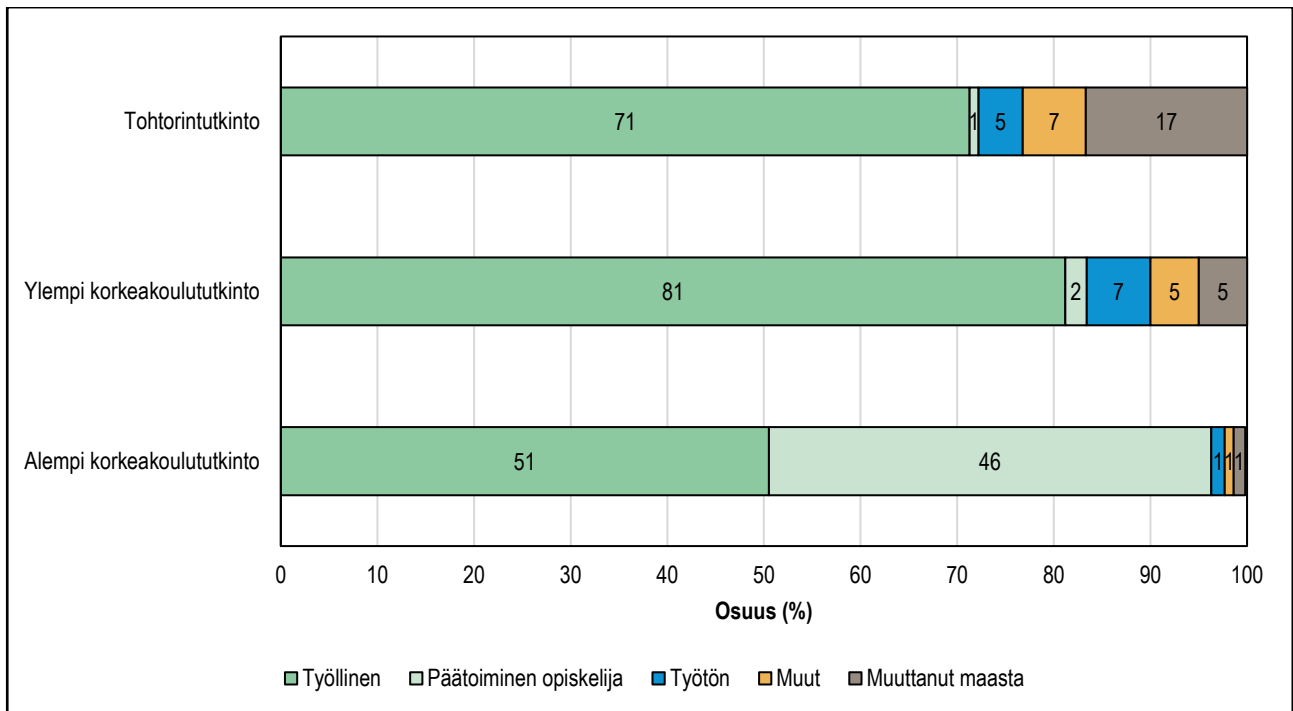
KUVIO 5. Luonnontieteellisen koulutusalan ulkomaalaisten opiskelijoiden ja suoritettujen tutkintojen määrät vuosina 2018–2023 (Vipunen 2024)

Luonnontieteellisellä koulutusallalla ulkomaalaisten tutkijakoulutettavien suhteellinen osuus kaikista tutkijakoulutettavista on melko suuri. Vuonna 2022 ulkomaalaisia tutkijakoulutettavia oli 35 prosenttia kaikista luonnontieteellisen koulutusalan tutkijakoulutettavista. Vuosien 2018–2022 välisenä aikana suhteellinen osuus on vaihdellut 34 ja 38 prosentin välillä lukuun ottamatta vuotta 2020, jolloin suhteellinen osuus oli 27 prosenttia. Suhteellisesti eniten ulkomaalaisia tutkijakoulutettavia oli biologiassa ja biotieteissä (41 %). Luonnontieteen yleisissä koulutusohjelmissa ei ollut yhtään ulkomaalaista tutkijakoulutettavaa (Vipunen 2024).

Suuri osa luonnontieteelliseltä alalta valmistuneista tohtoreista muuttaa ulkomaille

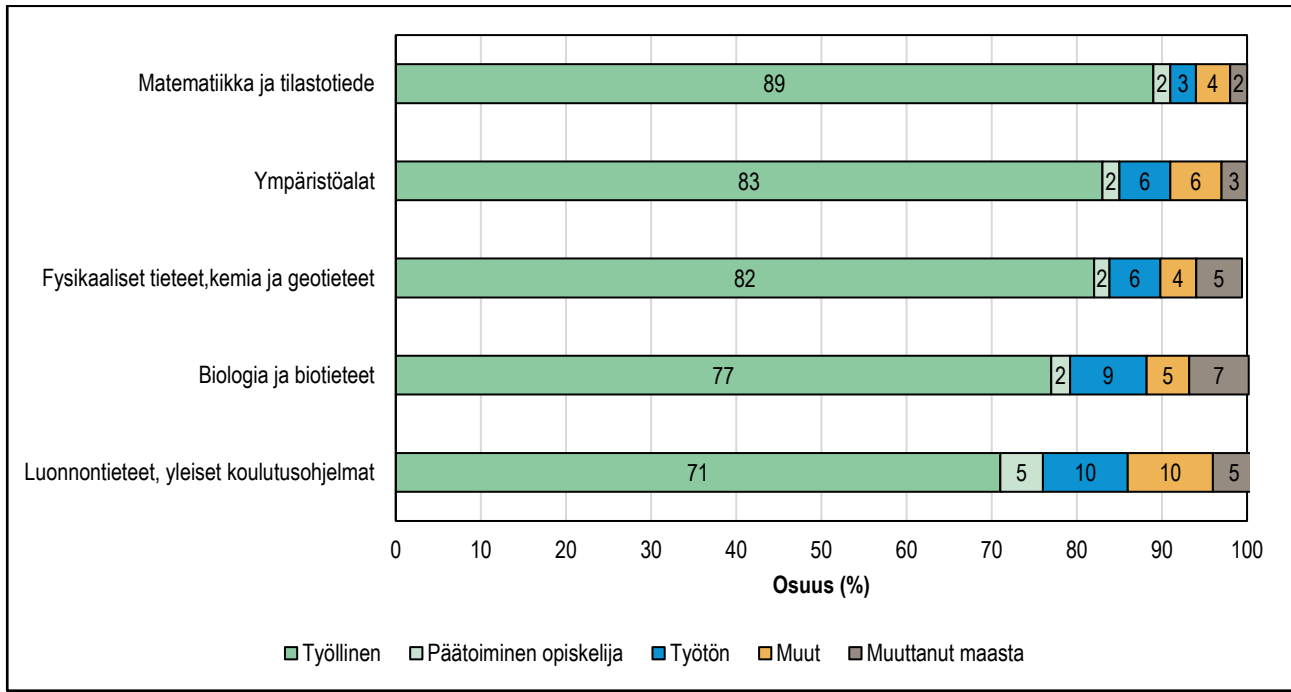
Vuonna 2020 luonnontieteellisen koulutusalan ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneista 81 prosenttia oli työllistynyt yhden vuoden kuluttua valmistumisesta (ks. kuvio 6). Seitsemän prosenttia ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneista oli yhden vuoden jälkeen työttömänä ja viisi prosenttia muuttanut pois Suomesta. Alemman korkeakoulututkinnon suorittaneista vuoden jälkeen valmistumisesta työssä oli 51 prosenttia ja 46 prosenttia valmistuneista oli jatkanut opintoja. Vertailtaessa luonnontieteellisen koulutusalan ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneiden työllistymistä muilta aloilta työllistymiseen havaitaan, että kaikilla muilla aloilla paitsi humanistisilla ja taidealoilla työllistymisprosentti yhden vuoden jälkeen valmistumisesta oli vuonna 2021 suurempi kuin luonnontieteellisillä aloilla. Toisaalta ainoastaan tietojenkäsittelyn ja tietoliikenteen alalla maasta muuttaneita oli suhteellisesti enemmän kuin luonnontieteellisillä aloilla. (Vipunen 2024.)

Luonnontieteellisen alan tohtorintutkinnon suorittaneista työllisiä yhden vuoden jälkeen valmistumisesta oli 71 prosenttia ja työttömiä viisi prosenttia (ks. kuvio 6). Valmistuneista tohtoreista 17 prosenttia oli muuttanut ulkomaille. Muihin aloihin verrattuna luonnontieteelliseltä koulutusosalta valmistuneista tohtoreista suhteellisesti suurin osuus on muuttanut maasta vuosi valmistumisen jälkeen. Seuraavaksi suurin suhteellinen osuus on tietojenkäsittelyn ja tietoliikenteen alalla (15 %). Kaikilla muilla aloilla maasta muuttaneiden tohtoreiden osuus vuosi valmistumisen jälkeen on korkeintaan 10 prosenttia. (Vipunen 2024.)



KUVIO 6. Luonnontieteelliseltä koulutusosalta valmistuneiden sijoittuminen vuosi tutkinnon suorittamisen jälkeen vuonna 2021 (Vipunen 2024)

Vuonna 2021 luonnontieteellisen koulutusalan sisällä oli alakohtaisia eroja ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneiden sijoittumisessa vuosi valmistumisen jälkeen (ks. kuvio 7). Suurin työllistymisprosentti (89 %) on matematiikasta ja tilastotieteestä valmistuneilla. Muihin aloihin verrattuna biologiassa ja biotieteissä oli suhteellisesti suurin osuus (7 %) maasta muuttaneita. (Vipunen 2024.)



KUVIO 7. Luonnontieteellisen koulutusalan ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneiden sijoittuminen aloittain vuosi tutkinnon suorittamisen jälkeen vuonna 2021 (Vipunen 2024)

Vuonna 2021 luonnontieteelliseltä koulutusosalta valmistuneiden tohtoreiden sijoittumisessa vuosi valmistumisen jälkeen on myös melko suuria alojen välisiä eroja. Suurin työllistymisprosentti on ympäristöalalta valmistuneilla (82 %) ja pienin matematiikasta ja tilastotieteestä valmistuneilla (60 %) tohtoreilla. Matematiikasta ja tilastotieteestä valmistuneista tohtoreista 30 prosenttia oli muuttanut ulkomaille. Alakohtaisesta vertailusta on jätetty pois luonnontieteiden yleiset koulutusohjelmat, koska valmistuneita tohtoreita oli tarkasteluvuonna niin vähän, että Vipusessa ei ollut valmistuneiden sijoittumisesta tarkkaa tietoa. (Vipunen 2024.)

2.5 Arvioinnin keskeiset käsitteet

Tämän arvioinnin keskeisiä käsitteitä ovat innovaatio-osaaminen, jatkuva oppiminen, kestävyysosaaminen, kestävä kehitys, koulutusohjelma, koulutustarjonta, LUMA-alat, läpäisyaste, monialaisuus, opintojen sujuvuus, osaaminen, tutkimusinfrastruktuuri, työelämärelevanssi, työelämätaidot ja yhteistyö.

Innovaatio-osaamisella tarkoitetaan kykyä kehittää, soveltaa ja kaupallistaa uusia ideoita, tuotteita, palveluita tai prosesseja. Innovaatio-osaaminen edellyttää uudistuvaa ajattelukykyä yhdistettynä

soveltavan alan käytäntöön viemiseen. Innovaatio-osaamisessa yhdistyvät luovuuden, kriittisen ajattelun, ongelmanratkaisun, verkostoitumisen ja moniammatillisuuden hyödyntämisen taidot. (Teknologiateollisuus 2024.)

Jatkuvalla oppimisella tarkoitetaan koulutusmuotoja, joita korkeakoulussa tarjotaan pääsääntöisesti muille kuin tutkinto-opiskelijoille. Näitä koulutusmuotoja ovat esimerkiksi avoin yliopisto-opetus, täydennyskoulutus ja erikoistumiskoulutukset. Jatkuvan oppimisen keskiössä on ihmisten erilaisiin elämäntilanteisiin ja tarpeisiin liittyvä osaamistarve ja korkeakoulujen kyky reagoida näiden tarpeiden muuttumiseen. Arvioinnissa käytetty rajausta poikkeaa parlamentaarisen työryhmän jatkuvan oppimisen määritelmästä, jossa käsitteellä tarkoitetaan koko elämänkaaren aikaista, monelle elämäntilanteelle ulottuvaa oppimista. Jatkuva oppiminen kattaa sekä formaalin muodollisen koulutusjärjestelmän mukaisen oppimisen että koulutusjärjestelmän ulkopuolella ja siitä riippumatta tapahtuvan oppimisen. (OKM 2019b, 12.) Uudelleen- ja täydennyskoulutuksen tueksi sekä elinikäisen oppimisen edistämiseksi korkeakoulut tuottavat **pieniä osaamiskokonaisuuksia** (micro-credentials), jotka mahdollistavat työelämässä tarpeellisen osaamisen hankkimisen ilman koko tutkinnon suorittamista. Pienten osaamiskokonaisuuksien laajuus on 1–59 opintopistettä. Lisäksi ne ovat modulaarisia, muodoltaan joustavia ja niissä hankittu osaaminen hyvin dokumentoitua. (OKM 2023b.)

Kestävyysosaaminen antaa oppijalle mahdollisuuden ilmentää kestävyysarvoja ja hallita monitahoisia järjestelmiä, jotta oppija voi toteuttaa tai vaatia toimia, joilla palautetaan ekosysteemien hyvinvointi ja ylläpidetään sitä. Kestävyysosaaminen vaatii muutosta tuottavia tietoja ja taitoja sekä toimijuutta, eettistä pohdintaa ja tulevaisuusajattelua korostavia kompetensseja. (Brundiers ym. 2020, Bianchi ym. 2022.)

Kestävä kehitys tarkoittaa kehitystä, joka turvaa nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. Tässä arvioinnissa kestävä kehitys tarkastellaan YK:n kestävä kehityksen tavoiteohjelmaan Agenda 2030 perustuen (Suomen YK-liitto 2017). Tavoiteohjelmassa kestävässä kehityksessä otetaan tasavertaisesti huomioon ekologinen, taloudellinen ja sosiaalinen kestävyys. Tavoiteohjelma sisältää yhteensä 17 kestävä kehityksen tavoitetta. (Suomen YK-liitto 2024.)

Koulutusohjelmalla tarkoitetaan tässä arvioinnissa luonnontieteiden kandidaatin, filosofian maisterin ja filosofian tohtorin tutkintoon johtavia koulutuksia ja kokonaisuuksia. Myös tutkinto-ohjelmista käytetään tässä arvioinnissa yhtenäistä käsitettä koulutusohjelma.

Koulutustarjonnalla tarkoitetaan korkeakoulujärjestelmän tasolla koulutustarjontaa eri korkeakouluissa. Korkeakoulun tasolla koulutustarjonnalla tarkoitetaan sitä, mitä tutkintoja, koulutusohjelmia ja jatkuvan oppimisen muotoja korkeakoululla on koulutusosalalla. Koulutusohjelmatasolla koulutustarjonnalla tarkoitetaan tutkinnon tarjoamaa osaamista ja työelämärelevanttejä opintojaksoilla ja opintokokonaisuuksissa. Jatkuvan oppimisen koulutustarjonnalla tarkoitetaan jatkuvan oppimisen muotoja, joita korkeakoulu tarjoaa. Koulutustarjonnan kehittämällä tarkoitetaan menettelyjä, joilla koulutustarjontaa kullakin edellä mainitulla tasolla kehitetään. (Pyykkö ym. 2020, 29–30.)

LUMA-aloihin kuuluvat luonnontieteet ja matematiikka sekä tekniikka ja teknologiat. Englanniksi vastaava lyhenne on **STEM** (science, technology, engineering and mathematics – and information

and communications technology (ICT) fields). Monialaisen LUMA-toiminnan lähtökohtana on **STEAM**-käsite, jossa tunnustetaan LUMA-alojen yhteys muihin tieteisiin, kuten taito- ja taideaineisiin sekä humanistisiin tieteisiin. (OKM 2023a.) STEAM muodostuu sanoista science, technology, engineering, arts, mathematics. STEAM-käsitteen käyttö osoittaa LUMA-osaamisen yhteyden poliittisiin, ympäristöön liittyviin, sosio-ekonomisiin ja kulttuurillisiin tavoitteisiin. (European Commission 2024.) LUMA-strategian toimenpidesuunnitelman laatimisen yhteydessä LUMA-käsitettä laajennettiin lyhenteellä **LUMATE**, joka korostaa LUMA-asiayhteydessä myös tekniikan koulutusta ja aloja (OKM 2023a).

Läpäisyasteella tarkoitetaan, kuinka monta prosenttia koulutuksen aloittaneista on läpäissyt koulutuksen tarkastellun opiskeluajan puitteissa (Tilastokeskus 2022). Luonnontieteellisellä koulutus-alalla yliopistokoulutuksen ylemmän korkeakoulututkinnon tavoiteaika on 5 vuotta (VN 558/2009, 40 §).

Monialaisuudella tarkoitetaan tässä arvioinnissa eri tieteen- ja koulutusalojen, koulutusohjelmien sekä niiden edustajien ja asiantuntijoiden välistä yhteistyötä koulutusohjelmien suunnittelussa, toteuttamisessa ja kehittämisessä.

Opintojen sujuvuudella viitataan tässä arvioinnissa siihen, miten hyvin opiskelija etenee opinnoissaan ilman tarpeettomia viivästyksiä tai keskeytyksiä. Opintojen sujuvuuteen liittyvät olennaisesti opiskelijoiden opintojen aikainen ohjaus ja tuki sekä yksilölliset joustavat opintopolut. Joustavat opintopolut mahdollistavat sen, että opiskelija voi valita osan opinnoista kiinnostuksensa ja urasuunnitelmiansa mukaan.

Osaamisen käsitettä käytetään, kun viitataan tietoon, taitoon, pätevyYTEEN, asenteisiin, osaamista-voitteisiin tai oppimistuloksiin (ECTS 2015). Osaamislähtöisyys ymmärretään tässä arvioinnissa vastaavasti kuin osaamisperustaisuus-käsite. Osaamisperustaisuudella viitataan yleisesti englanninkielisiin outcome-based ja competence-based käsitteisiin. Suomalaisissa korkeakouluissa osaamislähtöisyys ymmärretään laajasti, ja sen keskiössä on opiskelijoiden oppiminen ja sen tukeminen erilaisin pedagogisin käytäntein. Oleellista on opiskelijoiden kouluttaminen asiantuntijoiksi tämän hetken ja tulevaisuuden osaamistarpeet huomioiden. Osaamisperustaiset pedagogiset ratkaisut korkeakoulussa mahdollistaa osaamisperustainen opetussuunnitelma, joka sisältää osaamistavoitteet ja osaamisen arvioinnin kriteerit. **Osaamistavoitteilla** tarkoitetaan ilmaisuja, jotka kuvaavat, mitä opiskelijan on olennaista tietää, ymmärtää ja osata tietyn oppimisprosessin päätyttyä. (Toom ym. 2023.) Osaamislähtöisyyteen liittyy myös tutkintojen ja muiden osaamiskokonaisuuksien kansallinen viitekehys, joka jaottelee koulutusjärjestelmään kuuluvat tutkinnot, oppimäärät ja muut laajat osaamiskokonaisuudet niiden edellyttämän osaamisen perusteella kahdeksalle tasolle (ks. VN 93/2017).

Tutkimusinfrastruktuurilla tarkoitetaan välineitä, laitteistoja, tietoverkkoja, tietokantoja ja aineistoja sekä palveluita, jotka mahdollistavat tutkimustyön, edistävät tutkimusyhteistyötä sekä vahvistavat tutkimus- ja innovaatiokapasiteettia ja osaamista. Tutkimusinfrastruktuurit voivat olla keskitettyjä, hajautettuja tai virtuaalisia kokonaisuuksia tai näiden yhdistelmiä. Tutkimusinfrastruktuureilla on monimuotoista vaikuttavuutta ja ne ovat usein tiede- ja teknologiakeskittymän ytimessä. (Suomen Akatemia 2024.)

Työelämärelevanssilla tarkoitetaan koulutusten kykyä tarjota opiskelijoille sellaista osaamista, jota he tarvitsevat valmistumisensa jälkeen työelämässä. Työelämärelevanssi viittaa siihen, miten hyvin koulutus vastaa työmarkkinoiden, yritysten ja muiden organisaatioiden tarpeita ja odotuksia. Työelämärelevanssi muodostuu työelämäyhteyksien ja näkökulmien liittämistä tutkintojen rakenteisiin ja sisältöihin sekä tutkintojen kehittämisen prosesseihin (Pyykkö ym. 2020, 88).

Työelämätaidot ovat nykyisin ja erityisesti tulevaisuuden työelämässä tarvittavia taitoja, jotka eivät ole tietyn alan substanssiosaamista, vaan muuta työelämässä tarvittavaa osaamista. Helsingin yliopiston yliopistopedagogiikan keskuksen mukaan työelämätaidot voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: 1) oman toiminnan ohjaaminen ja itsensä johtaminen, 2) viestintä-, vuorovaikutus- ja yhteistyötaidot sekä 3) asiantuntijataidot. Jokainen kategoria sisältää kuusi työelämätaitoa, joita ovat esimerkiksi elinikäisen oppimisen taidot, projektityöskentelytaidot, johtamistaidot, esiintymistaidot, tiedonhakutaidot ja tiedon kriittinen arviointi sekä innovatiivisuus ja luovuus ja ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaidot. (Helsingin yliopisto 2019.) World Economic Forumin kymmenen tärkeimmän työelämätaidon listassa esitetään edellä esitettyjä työelämätaitoja, mutta lisäksi mainitaan teknologian käyttöön ja kehittämiseen liittyviä työelämätaitoja (World Economic Forum 2020).

Eri toimijoiden välisellä **yhteistyöllä** tarkoitetaan tässä arvioinnissa sellaista yhteistä kehittämistä, jota korkeakouluissa ja alan työelämässä tehdään osana luonnontieteellisen alan koulutustehtävää. Yhteistyön osapuolina voivat toimia esimerkiksi toisen koulutusalan henkilöstö yliopiston sisällä, toiset korkeakoulut, julkisen ja yksityisen sektorin organisaatiot, tutkimuslaitokset, järjestöt tai kansainväliset julkiset ja yksityiset toimijat.

3 Arvioinnin tehtävä ja tavoitteet

Karvin arviointien lähtökohtana on systeeminen näkemys koulutuksen ilmiöistä ja muuttuvasta toimintaympäristöstä. Arviointitoiminnan tavoitteena on tiedon tuottaminen, kehittäminen ja tulokellisuuden varmistaminen. Karvin arvioinnit perustuvat kehittävän arvioinnin lähestymistapaan. Kehittävän arvioinnin lähtökohtana on tarve arvioinnille, arviointien hyödyllisyys arvioinnin kohteelle sekä arviointiin osallistuville sidosryhmille ja arviointitulosten käyttäjille. Kehittävällä arvioinnilla tuetaan tavoitteiden saavuttamista sekä edistetään oppimista ja muutosta. Kehittävässä arvioinnissa olennaista on vuorovaikutteisuus, osallisuus sekä toimintaympäristön analyysi ja tilanteen ymmärtäminen osallistujien näkökulmasta. Arvioinnilla pyritään myönteisiin vaikutuksiin jo arvioinnin aikana sekä hyödyntämään arvioinnin tuloksia ja suosituksia muutoksen tukena. (Kansallinen koulutuksen arviointikeskus 2024, 7, 9.)

Luonnontieteellisen koulutusalan arviointi tuottaa kehittävän arvioinnin mukaisesti kokonaiskuvan ja tietoa koulutustarjonnasta luonnontieteellisellä koulutusallalla. Luonnontieteellistä koulutusta tarkastellaan suhteessa tutkintojen tuottamaan osaamiseen, työelämärelevanssiin ja jatkuvaan oppimiseen. Arviointi tuottaa tietoa vahvuuksista ja kehittämistarpeista, jotka koskevat yliopistojen kykyä kehittää koulutustarjontaa vastaamaan muuttuvia osaamisvaatimuksia ja tulevaisuuden toimintaympäristöä. Lisäksi tavoitteena on kerätä ja jakaa arviointikysymyksiin liittyviä hyviä käytäntöjä koko alan ja koulutusta tarjoavien yksiköiden kehittämistyön tueksi. Arvioinnin tuottamaa tietoa voidaan hyödyntää koulutuksen ja koulutustarjonnan kehittämisessä sekä poliittisessa päätöksenteossa.

Arvioinnin keskeisiä hyödynsääjiä ovat luonnontieteellisellä alalla koulutusta tarjoavat yliopistot, yliopistoissa koulutustarjonnan kehittämisen parissa työskentelevät ja koulutusjärjestelmätason toimijat. Keskeisiä sidosryhmiä ovat näiden lisäksi alan opiskelijat, opiskelijajärjestöt ja yliopistojen ulkopuolisen työelämän toimijat. Arvioinnin tehtävänä on myös tiedon tuottaminen koulutuspoliittista päätöksentekoa ja ohjausta varten.

Arvioinnin vaikuttavuutta lisätään arvioinnin aikaisella vuorovaikutuksella yliopistojen ja sidosryhmien edustajien kanssa sekä tutkintokohtaisella itsearviointilla. Arvioinnin tuottama tieto ja kehittämissuosituksukset tukevat kehittämistyötä korkeakoulujärjestelmän eri tasoilla ja tarvittaessa käynnistävät uusia kehittämistoimia arvioinnin esille nostamien haasteiden ratkaisemiseksi. Arviointihankkeen viestinnällä (ks. luku 7) on tärkeä rooli vaikuttavuustavoitteiden saavuttamisessa.

4 Arvioinnin kohderyhmä ja arviointikysymykset

Tässä luvussa esitetään, mitä tutkintoja ja jatkuvan oppimisen tarjontaa luonnontieteellisen koulutusalan arviointi koskee ja missä suomalaisissa yliopistoissa niitä tarjotaan. Lisäksi esitetään alustavat arviointikysymykset ja niitä tarkentavat alakysymykset.

4.1 Arvioinnin kohderyhmä

Arvioinnin kohderyhmään kuuluvat ne yliopistot, joille opetus- ja kulttuuriministeriön asetuksessa yliopistojen tutkinnoista (OKM 12/2022) on annettu koulutusvastuu luonnontieteelliselle koulutus- alalle. Arviointiin osallistuvat Helsingin, Itä-Suomen, Jyväskylän, Oulun, Turun ja Tampereen yliopistot sekä Åbo Akademi. Luonnontieteellisen koulutusalan arviointi koskee yliopistojen luonnontieteen kandidaatin, filosofian maisterin ja filosofian tohtorin tutkintoon johtavia koulutusohjelmia.

Luonnontieteiden koulutusaloista arvioinnissa ovat mukana kemialliset ja fysikaaliset tieteet, bio- ja ympäristötieteet, geotieteet sekä matemaattiset tieteet ja tilastotiede. Arvioinnin ulkopuolelle on rajattu tekniikan korkeakoulutuksen sekä tietojenkäsittelytieteiden ja tietotekniikan korkeakoulutukset. Tekniikan korkeakoulutuksen arviointi on toteutettu vuosina 2018–2020 (Pirttilä ym. 2020). Tietojenkäsittelytieteiden ja tietotekniikan alan koulutusten arviointi toteutetaan myöhemmin erillisenä arviointina. Arviointiin kuuluvaa luonnontieteellisen alan koulutusta järjestetään osassa yliopistoja useammassa eri tiedekunnassa (ks. taulukko 4).

TAULUKKO 4. Yliopistot ja tiedekunnat, joissa järjestetään luonnontieteellisen koulutusalan arviointiin kuuluvaa koulutusta

Yliopisto	Tiedekunnat, jossa järjestetään arviointiin kuuluvaa luonnontieteellisen alan koulutusta
Helsingin yliopisto	Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Itä-Suomen yliopisto	Luonnontieteiden, metsätieteiden ja tekniikan tiedekunta
Jyväskylän yliopisto	Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Oulun yliopisto	Biokemian ja molekyyliääketieteen tiedekunta Luonnontieteellinen tiedekunta Teknillinen tiedekunta
Tampereen yliopisto	Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta Lääketieteen ja terveysteknologian tiedekunta
Turun yliopisto	Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Åbo Akademi	Fakulteten för naturvetenskaper och teknik

Tammikuussa 2024 yliopistoille lähetetyn taustakyselyn avulla selvitettiin, millaista luonnontieteellisen koulutusalan tutkintoihin johtavien koulutusten ja jatkuvan oppimisen tarjontaa yliopistoissa on. Kaikki arvioinnissa mukana olevat yliopistot vastasivat kyselyyn. Taulukossa 4 esitetään taustakyselyn vastausten perusteella lasketut arvioinnissa mukana olevat luonnontieteiden kandidaatin (LuK) ja filosofian maisterin (FM) tutkintoon johtavien koulutusohjelmien määrät yliopistoittain.

Taulukkoon on erikseen laskettu aineenopettajakoulutusten kandidaatti- ja maisterikoulutusohjelmat. Yliopistot ilmoittivat yhteensä 53 luonnontieteen kandidaatin tutkintoon johtavaa koulutusohjelmaa (180 op) ja 92 filosofian maisterin tutkintoon johtavaa koulutusohjelmaa (120 op). Liitteessä 3 esitetään tarkemmin koulutusohjelmien nimet. Taulukon 5 koulutusohjelmista kahdeksan koulutusohjelmaa on kaksoistutkintoon johtavia koulutusohjelmia (Double Degree -ohjelmat) ja 13 monitieteisiä tai eri korkeakoulujen kanssa yhteistyössä toteutettavia koulutusohjelmia.

TAULUKKO 5. Yliopistojen taustakyselyssä ilmoittamien luonnontieteiden kandidaatin (LuK) ja filosofian maisterin (FM) tutkintoon johtavien koulutusohjelmien lukumäärät yliopistoittain.

Yliopisto	Aineenopettajakoulutukset		Biologia ja biotieteet		Fysikaaliset tieteet		Geotieteet		Kemia		Matematiikka ja tilastotiede		Ympäristötieteet		Yhteensä
	LuK	FM	LuK	FM	LuK	FM	LuK	FM	LuK	FM	LuK	FM	LuK	FM	
Helsingin yliopisto	1	1	3	5	2	4	2	2	1	1	1	2	1	2	28
Itä-Suomen yliopisto	2	2	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	8
Jyväskylän yliopisto	2	2	1	2	3	6	0	0	1	3	2	2	1	3	28
Oulun yliopisto	1	1	3	11	1	2	2	5	1	2	1	2	0	0	32
Tampereen yliopisto	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
Turun yliopisto	1	1	3	9	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	29
Åbo Akademi	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
Yhteensä	8	8	11	31	8	16	7	10	6	9	9	11	4	7	145

Yliopistot ilmoittivat taustakyselyssä yhteensä 36 luonnontieteellisen koulutusalan tohtorintutkintoon johtavaa koulutusohjelmaa (ks. taulukko 6). Useamman kuin yhden alan yhteiset koulutusohjelmat on merkitty taulukkoon erikseen. Liitteen 3 taulukossa esitetään tarkemmin tohtorintutkintoon johtavien koulutusohjelmien nimet. Tohtorintutkinnon laajuus vaihtelee yliopistoittain ja koulutusohjelman mukaan siten, että koulutusohjelma sisältää 30–50 opintopistettä opintoja ja väitöskirjan.

TAULUKKO 6. Yliopistojen taustakyselyssä ilmoittamien filosofian tohtorintutkintoon johtavien koulutusohjelmien lukumäärät yliopistoittain.

Yliopisto	Biologia ja biotieteet	Fysikaaliset tieteet	Geotieteet	Kemia	Matematiikka ja tilastotiede	Yhteiset tohtoriohjelmat	Ympäristötieteet	Yhteensä
Helsingin yliopisto	5	2	1	1	1	1	2	13
Itä-Suomen yliopisto	0	0	0	0	0	1	0	1
Jyväskylän yliopisto	0	1	0	1	1	1	0	4
Oulun yliopisto	2	1	2	1	1	0	0	7
Tampereen yliopisto	1	0	0	0	0	1	0	2
Turun yliopisto	3	0	0	1	1	1	0	6
Åbo Akademi	1	0	0	1	0	1	0	3
Yhteensä	12	4	3	5	4	6	2	36

Yliopistoille suunnatussa taustakyselyssä kysyttiin, mitä jatkuvan oppimisen tarjontaa eri yliopistoissa luonnontieteellisellä alalla on. Yliopistot toivat kyselyllä ja verkkosivuillaan esille erilaisia opintokokonaisuuksia sekä yksittäisiä opintojaksoja. Lisäksi useilla luonnontieteellisillä aloilla järjestettiin erilaisia tutustumiskursseja (liite 4).

Yliopistoilta kysyttiin taustakyselyssä yhteistyöstä yliopistokeskusten kanssa luonnontieteellisen koulutusalan koulutusohjelmien järjestämisessä. Vastausten mukaan Helsingin yliopiston bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta järjestää Lahden Yliopistokampuksella ympäristötieteiden kandidaattiohjelman sekä ympäristömuutoksen ja globaalin kestävyuden maisteriohjelman opetusta. Lisäksi matemaattis-luonnontieteellisellä tiedekunnalla on Lahden Yliopistokampuksella ilmakehätieteiden tohtoriohjelma. Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksella on mahdollisuus suorittaa Oulun yliopiston kansainvälisen Chemistry of Sustainable Processes and Materials -maisteriohjelman opintoja. Muilla yliopistoilla ei taustakyselyn vastausten mukaan ollut luonnontieteellisen alan tutkinto-ohjelmiin liittyvää yhteistyötä yliopistokeskusten kanssa.

4.2 Arviointikysymykset

Arvioinnin teemojen ja arviointikysymysten laatimiseksi yliopistoille suunnatussa taustakyselyssä kysyttiin, mitä teemoja tai asioita arvioinnissa tulisi käsitellä ja mitä muuta arvioinnissa tulisi yliopistojen näkökulmasta ottaa huomioon. Koonti taustakyselyn vastauksista on liitteessä 5. Liitteessä esitettyjen yliopistojen toivomien arvioinnin teemojen lisäksi vastauksissa tuotiin esiin, että arvioinnin ulkopuolelle olisi hyvä rajata aiheet, joiden arviointi teettää yliopistoilla ylimääräistä raporttien tai yhteenvetojen koostamista.

Yliopistojen esiin tuomien näkökulmien lisäksi arvioinnin suunnitteluvaiheessa kuultiin etäyhteydellä useita eri sidosryhmiä: opetus- ja kulttuuriministeriö, arvioinnin kohteena olevien yliopistojen koulutusvararehtorit, Suomen ylioppilaskuntien liitto SYL ry, Kemianteollisuus ry, Teknologiateollisuus ry, Elinkeinoelämän keskusliitto, Luonnon-, ympäristö- ja metsätieteilijöiden liitto Loimu ja Tieteentekijöiden liitto. Koonti kuulemisessa esiin nostetuista teemoista esitetään liitteessä 5.

Luonnontieteellisen koulutusalan arviointi vastaa seuraaviin arviointikysymyksiin:

- Miten luonnontieteellisen alan koulutusohjelmissa varmistetaan koulutusohjelmien kehittäminen ja resursointi?
- Miten luonnontieteellisellä koulutusallalla varmistetaan koulutusten vetovoima, opintoihin kiinnittyminen sekä opintojen sujuvuus?
- Millaista osaamista luonnontieteellisen alan korkeakoulutus tuottaa ja miten?
- Millainen on luonnontieteellisen koulutusalan työelämärelevanssi ja koulutusten kyky reagoida toimintaympäristön muutoksiin?
- Millä tavoin jatkuvan oppimisen tarjonta ja toimintatavat turvaavat luonnontieteellisen alan osaamisen kehittämistä tulevaisuudessa?

Arviointi tuottaa tulevaisuuden työelämää hyödyttävää tietoa luonnontieteellisen koulutusalan kehittämiseksi sekä tietoa alan koulutusjärjestelmän toimivuudesta. Lähtökohtana on tulevaisuuden osaamistarpeiden tunnistaminen ja koulutuksen kyky vastata työelämän osaamistarpeisiin. Yhtenä arvioinnin lähtökohtana on myös tunnistaa koulutusten hyviä käytäntöjä. Kaikissa arviointikysymyksissä käsitellään kandidaatti- ja maisteritutkintoon johtavia koulutuksia. Lisäksi tohtoritutkintoon johtavia koulutuksia sekä matemaattis-luonnontieteellisten aineiden aineenopettajakoulutusta käsitellään niiltä osin, kun arviointikysymys koskee kyseisiä koulutuksia.

Arvioinnissa läpileikkaavina teemoina ovat korkeakoulujen, koulutusohjelmien ja työelämän välinen yhteistyö sekä kansainvälisyys. Läpileikkaavia teemoja käsitellään tarpeen mukaan kaikissa arviointikysymyksissä. Taulukossa 7 esitetään luonnontieteellisen koulutusalan arviointikysymykset ja arviointikysymyksiä tarkentavat alakysymykset.

TAULUKKO 7. Luonnontieteellisen koulutusalan arvioinnin arviointikysymykset ja alakysymykset

Arviointikysymykset	Alakysymykset
Miten luonnontieteellisen alan koulutusohjelmissä varmistetaan koulutusohjelmien kehittäminen ja resursointi?	<ul style="list-style-type: none"> • Miten uusien koulutusohjelmien aloittamisesta päätetään? • Miten olemassa olevia koulutusohjelmia arvioidaan? • Miten varmistetaan koulutusohjelmien riittävä resursointi?
Miten luonnontieteellisellä koulutusosalalla varmistetaan koulutusten vetovoima, opintoihin kiinnittyminen sekä opintojen sujuvuus?	<ul style="list-style-type: none"> • Miten luonnontieteellisellä koulutusosalalla lisätään kansallisten ja kansainvälisten koulutusohjelmien vetovoimaa? • Miten koulutusohjelmat lisäävät opintojen joustavuutta ja sujuvuutta sekä kasvattavat läpäisyastetta? • Miten koulutusohjelmissä ohjataan opiskelijoita ja tuetaan heidän kiinnittymistään opintoihin? • Miten varmistetaan, että opiskelijoilla on riittävä osaaminen opinnoista suoriutumiseen?
Millaista osaamista luonnontieteellisen alan korkeakoulutus tuottaa ja miten?	<ul style="list-style-type: none"> • Miten yliopistot profiloituvat luonnontieteellisen koulutusalan maisteri- ja tohtorikoulutusohjelmissä? • Miten ja millaista monialaista ja monitieteellisestä yhteistyötä koulutusohjelmat tekevät muiden koulutusalojen ja koulutusohjelmien kanssa? • Miten varmistetaan, että opiskelijat saavuttavat koulutusohjelman osaamistavoitteet? • Millaisilla pedagogisilla ratkaisuilla varmistetaan opiskelijoiden luonnontieteellisen alan osaamisen kehittyminen?

	<ul style="list-style-type: none"> • Miten kestävyysosaaminen ja digiosaaminen näkyvät koulutusohjelmien sisällöissä ja toteutuksissa? • Miten tutkimusperustaisuus näkyy koulutusohjelmien sisällöissä ja toteutuksessa? • Miten kansainvälisyys näkyy koulutusohjelmissa ja mitä tavoitteita kansainvälisyydelle asetetaan? • Miten ja millaisia tutkimusinfrastruktuureja koulutusohjelmissa hyödynnetään?
<p>Millainen on luonnontieteellisen koulutusalan työelämärelevanssi ja koulutusten kyky reagoida toimintaympäristön muutoksiin?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Miten luonnontieteellisen alan koulutusohjelmissa tunnistetaan, ennakoitaan ja varmistetaan työelämässä tarvittava osaaminen? • Millainen kyky koulutusohjelmilla on reagoida työelämässä ja toimintaympäristössä tapahtuviin muutoksiin ja mitä osaamista koulutusohjelmissa halutaan tulevaisuudessa vahvistaa? • Miten luonnontieteellisellä koulutusosalalla varmistetaan koulutusohjelmissa opettavan henkilökunnan työelämäosaaminen ja miten sitä kehitetään? • Millaista yhteistyötä koulutusohjelmissa tehdään työelämän kanssa ja miten niissä otetaan huomioon luonnontieteellisen alan tutkinnon suorittaneiden työllistyminen? • Miten luonnontieteelliset koulutusalat ja työelämä yhteistyössä tukevat ja edistävät kansainvälisten opiskelijoiden työelämään siirtymistä Suomessa? • Miten tohtorikoulutettavien uraohjausta toteutetaan ja miten heidän työllistymistään korkeakoulujen ulkopuolelle tuetaan?
<p>Millä tavoin jatkuvan oppimisen tarjonta ja toimintatavat turvaavat luonnontieteellisen alan osaamisen kehittämistä tulevaisuudessa?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Millaista jatkuvan oppimisen tarjontaa luonnontieteellisellä koulutusosalalla on? • Millaisia toimintatapoja luonnontieteellisellä koulutusosalalla on jatkuvan oppimisen toteuttamisessa? • Miten ja millä perusteella jatkuvan oppimisen tarjontaa suunnitellaan ja kehitetään? • Millaisia kehittämistarpeita jatkuvan oppimisen suunnittelussa ja toteuttamisessa on?

5 Arviointiaineiston hankinta ja analysointi

Arviointiaineiston hankinnassa käytetään useita eri tiedonkeruumenetelmiä. Erilaisten menetelmien avulla hyödynsaajat osallistuvat arviointiaineiston tuottamiseen. Näin saadaan arviointiaineistoa kerättyä vuorovaikutuksessa eri sidosryhmien kanssa. Aineisto kerätään kolmessa vaiheessa siten, että seuraava tiedonkeruuvaihe täydentää edeltäneissä vaiheissa saatua arviointitietoa (ks. taulukko 8).

Ensimmäisessä vaiheessa muodostetaan kokonaiskuva luonnontieteellisen alan koulutustarjonnasta, koulutusten toteuttamisesta ja koulutusten kehittämisestä. Tietoa kerätään valmiista tilasto- ja palauteaineistoista, kuten opetushallinnon tilastopalvelu Vipusen haku- ja opiskelijatilastoista, yliopistojen yhteisestä opiskelijapalautekyselystä (Kandipalaute) sekä maistereiden ja tohtoreiden uraseurantakyselystä. Aineistoa analysoidaan erityisesti osaamisen ja työelämärelevanssin näkökulmista. Lisäksi aineistona käytetään Karvin vuosina 2022–2023 toteuttaman Korkeakoulupedagogiikan tila ja uudistaminen -arvioinnin (Toom ym. 2023) opettaja- ja opiskelijakyselyn luonnontieteellisen koulutusalan vastauksia.

Ensimmäisessä vaiheessa tietoa kerätään myös luonnontieteellisen alan koulutusohjelmille suunnatulla itsearviointikyselyllä. Itsearviointikyselyllä kerätään tietoa muun muassa koulutusohjelmien tuottamasta osaamisesta, työelämärelevanssista ja jatkuvasta oppimisesta.

Toisessa vaiheessa ensimmäisen vaiheen aineiston perusteella saatua kokonaiskuva täydennetään ja syvennetään fokusryhmähaastatteluilla ja työpajoilla. Fokusryhmähaastatteluihin kutsutaan korkeakoulujen henkilöstöä, työelämän edustajia ja muita sidosryhmien edustajia. Työpajoja järjestetään kattavasti luonnontieteellisen koulutusalan eri yliopistojen, alojen ja koulutusohjelmien opiskelijoille.

Kolmannessa vaiheessa keskitytään luonnontieteellisen koulutusalan kehittämiseen. Tavoitteena on löytää koulutusalan vahvuuksia ja kehittämiskohteita suhteessa arviointikysymyksiin. Tulosten perusteella muodostetaan kehittämissuosituksia. Tärkeimpänä menetelmänä kolmannessa vaiheessa on etäyhteydellä toteutettava kehittämiswebinaari, johon kutsutaan korkeakoulujen henkilöstöä ja opiskelijoita, työelämän edustajia sekä muiden sidosryhmien edustajia.

Arvioinnin menetelmiä tarkennettaessa otetaan huomioon tiedon keräämisestä aiheutuva kuormittavuus yliopistoille. Tarkoituksena on pitää itsearviointikysely mahdollisimman helposti vastattavana yliopistojen edustajille sekä järjestää haastattelut ja työpajat niin, että ne kuormittaisivat mahdollisimman vähän yliopistoja ja yliopistojen ulkopuolisen työelämän edustajia. Aineistonkeruumenetelmiä voidaan tarvittaessa muuttaa tai kohdentaa uudelleen, jos suunnitellut aineistojen keruutavat eivät ole mahdollisia toteuttaa. Arviointi toteutetaan pääosin suomeksi, mutta aineistonkeruussa huomioidaan myös yliopistojen ruotsinkielisen ja kansainvälisen henkilökunnan ja opiskelijoiden osallistumismahdollisuudet.

TAULUKKO 8. Arvioinnin vaiheet ja tiedonkeruumenetelmät

Tiedonkeruun vaiheet	Aineistonkeruumenetelmä ja kohderyhmät
Tiedonkeruun vaihe 1 Kokonaiskuvan muodostaminen	Valmiit tilasto- ja palauteaineistot Vipusen haku- ja opiskelijatilastot Kandipalaute Maistereiden ja tohtoreiden uraseurantakysely Korkeakoulupedagogiikan tila ja uudistaminen -arvioinnin opettaja- ja opiskelijakyselyiden vastaukset Itsearviointikysely luonnontieteellisen koulutusalan koulutus- ohjelmille
Tiedonkeruun vaihe 2 Kokonaiskuvan täydentäminen ja syven- täminen	Fokusryhmähaastattelut koulutusten vastuuhenkilöt ja koordinaattorit (kandi- daatti-, maisteri- ja tohtorikoulutus) työelämän edustajat opiskelijoita opintojen eri vaiheissa opettava ja ohjaava yliopistojen henkilöstö opintoasioiden päälliköt tulevaisuuden näkökulmiin perehtyneet asiantuntijat Työpajat kandidaatti- ja maisteritutkinnon opiskelijat väitöskirjatutkijat koulutusohjelmien ensimmäisenä vuonna opettavat opettajat
Tiedonkeruun vaihe 3 Kehittämissuosituksen antaminen	Kehittämiswebinaari yliopistojen henkilöstö ja opiskelijat työelämän edustajat sidosryhmien edustajat

Karvin asiantuntijat ja arviointiryhmä vastaavat aineistojen analysoinnista. Arviointiryhmä kirjoittaa analyysin pohjalta arviointiraportin, joka julkistetaan hankkeen päätösseminaarissa. Analysoinnissa käytetään määrällisiä ja laadullisia menetelmiä. Arviointiryhmällä on raportista yhteinen vastuu. Raportin ja arvioinnin johtopäätösten tulee perustua arvioinnin aikana tuotettuun, kerättyyn ja dokumentoituun tietoon. Raportin toimittamisesta ja viimeistelystä vastaavat arviointiryhmän puheenjohtaja ja Karvin arviointiasiantuntijat. Lisäksi arvioinnin yhteydessä tehdään arvioinnin keskeisiä tuloksia esittelevä tiivistelmäjulkaisu.

6 Arviointihankkeen organisointi ja aikataulu

Korkeakoulujen arviointijaosto nimitti marraskuussa 2023 suunnittelu- ja arviointiryhmän suunnittelemaan ja toteuttamaan arviointia. Arviointiryhmä koostuu seitsemästä asiantuntijasta, jotka edustavat yliopistoja, yliopistojen ulkopuolista työelämää ja opiskelijoita. Arviointi- ja suunnittelu-ryhmän kokoonpano on seuraava:

- professori **Jan Lundell**, Jyväskylän yliopisto (puheenjohtaja)
- koulutusdekaani **Saana-Maija Aho**, Oulun yliopisto
- tutkimusinfrajohtaja **Tero Eklin**, Suomen ympäristökeskus
- professori, varadekaani **Laura Hirsto**, Itä-Suomen yliopisto
- vanhempi yliopistonlehtori **Annika Meinander**, Åbo Akademi
- professori, opetusvaradekaani **Sami Moisio**, Helsingin yliopisto
- opiskelija **Arvi Tolvanen**, Turun yliopisto.

Arviointiryhmän kokoonpanossa painottuu alakohtaisen koulutuksen asiantuntemus yliopistoista, arviointialueisiin liittyvää asiantuntemus, arviointiosaaminen ja -kokemus sekä toimintaympäristön asiantuntemus. Arviointiryhmä suunnittelee arviointiasetelman, vastaa arvioinnin käytännön toteutuksesta, kuten menetelmien soveltamisesta ja sisäisestä työnjaostaan, sekä arviointitiedon tulkinnaasta ja loppuraportin laatimisesta. Kaikki arviointiryhmän jäsenet osallistuvat edellä mainittujen tehtävien toteuttamiseen. Arviointiryhmä on sitoutunut arvioinnin suunnitteluun ja toteutukseen koko hankkeen kestoksi, vuoden 2023 lopusta vuoden 2025 kevääseen.

Karvin arviointiasiantuntija Niina Nurkka toimii hankkeen projektipäällikkönä ja hänen työparinaan arviointineuvos Marja-Liisa Saarilampi. He vastaavat hankkeen käytännön toteutuksesta toimien tiiviissä yhteistyössä sekä keskenään että arviointiryhmän kanssa. Projektipäällikön tehtävänä on huolehtia hankesuunnitelman toteutumisesta, huolehtia arviointiprojektin etenemiseen liittyvästä tiedottamisesta yliopistoille ja muille sidosryhmille, huolehtia aineistonkeruun käytännön organisoinnista sekä osallistua loppuraportin ja tiivistelmäjulkaisun laatimiseen ja toimittamiseen.

Arviointiryhmä piti joulukuun 2023 - toukokuun 2024 välisenä aikana neljä kokousta ja valmisti korkeakoulujen arviointijaostolle tämän hankesuunnitelman. Hankesuunnitelman valmisteluvaiheessa kuultiin seuraavia tahoja: opetus- ja kulttuuriministeriö, arvioinnin kohteena olevien yliopistojen koulutusvararehtorit, Suomen ylioppilaskuntien liitto SYL ry, Kemianteollisuus ry, Teknologiateollisuus ry, Elinkeinoelämän keskusliitto, Luonnon-, ympäristö- ja metsätieteilijöiden liitto Loimu ja Tieteentekijöiden liitto. Kuulemisiin osallistui yhteensä 14 henkilöä.

Arvioinnin suunnitteluvaiheen alussa tammikuussa 2024 yliopistoja tiedotettiin arvioinnin käynnistymisestä sekä pyydettiin nimeämään arvioinnin yhteyshenkilö, jonka tehtävänä on huolehtia arvioinnin suunnittelusta ja toteutusvaiheessa hankkeeseen liittyvästä tiedonkulusta ja aineistonkeruusta yliopiston sisällä sekä muusta arviointiin liittyvästä käytännön toteutuksesta yliopistossa. Lisäksi yliopistojen edustajia pyydettiin kertomaan luonnontieteellisen alan koulutusohjelmat, jatkuvan oppimisen tarjonnasta sekä teemoista tai asioista, joita luonnontieteellisen koulutusalan

arvioinnissa tulisi heidän mielestään käsitellä. Arvioinnin vaikuttavuutta pyrittiin osaltaan edistämään ottamalla koulutusalan edustajat mukaan arvioinnin suunnitteluun.

Arvioinnin toteutusvaiheet ja niihin osallistuvat tahot sekä alustava kokonaisuikataulu kuvataan taulukossa 9. Arviointiryhmä päättää arvioinnin käytännön toteutuksesta ja siten lopullisesta aikataulusta. Arviointiryhmä ja arvioinnin projektipäällikkö ovat mukana kaikissa vaiheissa.

TAULUKKO 9. Arvioinnin vaiheet ja alustava aikataulu

Arvioinnin toteutusvaihe	Ajankohta	Vaiheeseen osallistuvat
Arvioinnin lähetekeskustelu	27.10.2023	Korkeakoulujen arviointijaosto
Arviointiryhmän nimittäminen	24.11.2023	Korkeakoulujen arviointijaosto
Suunnitteluvaihe Taustakysely yliopistoille Kuulemiset		Yliopistot Yliopistojen koulutusvararehtorit, Suomen ylioppilaskuntien liitto SYL ry, Kemianteollisuus ry, Teknologiateollisuus ry, Elinkeinoelämän keskusliitto, Luonnon-, ympäristö- ja metsätieteilijöiden liitto Loimu ja Tieteentekijöiden liitto.
Hankesuunnitelman hyväksyminen	21.5.2024	Korkeakoulujen arviointijaosto
Tiedonkeruun vaihe 1: Itsearviointikysely ja valmiit tilasto- ja palauteaineistot	9–11/2024	Yliopistot
Tiedonkeruun vaihe 2: Fokusryhmähaastattelut ja työpajat	12/2024– 2/2025	Yliopistojen, opiskelijoiden ja sidosryhmien edustajat
Tiedonkeruun vaihe 3: Kehittämiswebinaari	4/2025	Yliopistojen henkilöstö ja opiskelijat, keskeiset sidosryhmät
Arviointitiedon analysointi ja arviointiraportin kirjoittaminen	10/2024– 4/2025	Arviointiryhmä ja projektipäällikkö
Raportin viimeistely ja taitto	4–5/2025	Projektipäällikkö ja arviointiryhmä
Arvioinnin päätösseminaari	5–6/2025	Arvioinnin sidosryhmät
Arvioinnin tiivistelmäjulkaisun laadinta	5/2025	Projektipäällikkö ja arviointiryhmän puheenjohtaja
Palaute arvioinnista	6/2025	Yliopistot, arviointiryhmän jäsenet ja mahdolliset muut tahot.

7 Viestintä ja tiedottaminen arviointihankkeen eri vaiheissa

Karvin arviointien tavoitteena on mahdollisimman laaja arviointitiedon vaikuttavuus. Vaikuttavuutta edistetään selkeällä ja oikea-aikaisella tiedottamisella sekä arvioinnin hyödynsaajien sitouttamisella arviointiin suunnitteluvaiheesta lähtien. Tämän arvioinnin hyödynsaajia ovat luonnontieteellisen alan koulutusta tarjoavat yliopistot, yliopistojen henkilöstö ja opiskelijat, opetus- ja kulttuuriministeriö sekä muut sidosryhmät.

Arvioinnin valmisteluvaiheessa tavattiin keskeisiä sidosryhmiä ja kartoitettiin näiden näkemyksiä arvioinnin kohteista, keskeisistä näkökulmista ja kysymyksistä (ks. taulukko 10). Myös suunnitteluvaiheessa järjestettiin sidosryhmien kuulemisia ja samalla tiedotettiin arvioinnin alkamisesta ja aikataulusta. Luonnontieteellistä koulutusta järjestäviä yliopistoja tiedotettiin arvioinnin alkamisesta sähköpostilla. Samalla yliopistoja pyydettiin taustakyselyssä nimeämään yhteyshenkilöt arviointihankkeeseen. Yhteyshenkilöitä tiedotetaan hankkeen etenemisestä, aineistonkeruun eri vaiheista sekä tuloksista.

Arvioinnin etenemisestä tiedotetaan Karvin verkkosivuilla suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi. Arviointiin liittyviä uutisia, tapahtumia ja muuta ajankohtaista tietoa jaetaan aktiivisesti sosiaalisessa mediassa. Vuorovaikutus hyödynsaajien ja sidosryhmien kanssa on olennaista vaikuttavien kehittämissuosituksen luomiseksi ja arvioinnissa tunnistettujen vahvuuksien ja hyvien käytäntöjen levittämiseksi.

Arvioinnin loppuraportti sisältää suomen-, ruotsin- ja englanninkieliset tiivistelmät arvioinnin keskeisistä tuloksista. Arviointiraportti julkaistaan Karvin verkkosivuilla ja arvioinnin päätösseminaarissa. Tämän lisäksi arvioinnin keskeiset tulokset esitetään Karvin verkkosivuilla julkaistavassa tiivistelmäjulkaisussa. Arvioinnin tulokset viestitään koulutusta tarjoavien yliopistojen, opetus- ja kulttuuriministeriön sekä sidosryhmien tietoon ja käyttöön. Lisäksi arvioinnin tuloksia esitetään erilaisissa tilaisuuksissa ja tapahtumissa sekä viestitään Karvin sosiaalisen median kanavilla. Arvioinnin tuloksista viestittäessä etsitään myös uusia, innovatiivisia menetelmiä tiedon esittämiseen ja välittämiseen. Yliopistot ja sidosryhmät voivat tiedottaa arvioinnin tuloksista eteenpäin omille sidosryhmilleen. Arviointiprosessista kerätään palautetta arviointiin osallistuneilta korkeakouluilta, tutkinto-ohjelmilta ja arviointiryhmiltä.

TAULUKKO 10. Viestintä ja tiedottaminen arviointihankkeen eri vaiheissa

Arvioinnin vaihe	Kohderyhmä	Viestinnän toimenpiteet	Viestintäkanavat ja -muodot	Vastuuhenkilö(t)
Valmistelu Syksy 2023	Yliopistot ja muut keskeiset sidosryhmät	Tiedotetaan sidosryhmiä arvioinnin käynnistymisestä. Tehdään Karvin verkkosivuille arvioinnin esittely suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi. Tiedotetaan arvioinnin käynnistymisestä korkeakouluyksikön infokirjeessä korkeakoulujen laatuoyhteyshenkilöille.	Karvin verkkosivut	Projektipäällikkö
Suunnittelu Kevät 2024	Yliopistojen henkilökunta, erityisesti arvioinnin yhteyshenkilöt. Hankkeen kannalta relevantit sidosryhmät.	Yliopistot nimeävät yhteyshenkilöt, joille tiedotetaan arvioinnin aikataulusta ja tiedonkeruusta. Kuullaan sidosryhmiä arvioinnin tavoitteiden, kohderyhmän ja kysymysten asettamisessa.	Sidosryhmäkuulemiset Sähköposti ja taustakysely yliopistoille Korkeakoulujen arviointijoston hyväksymä hanke-suunnitelma Karvin verkkosivuilla. Sosiaalinen media	Projektipäällikkö, arviointiryhmä
Toteutus Syksy 2024 ja kevät 2025	Yliopistojen henkilökunta ja opiskelijat. Hankkeen kannalta relevantit sidosryhmät.	Tiedotetaan yliopistojen yhteyshenkilöitä tiedonkeruun toteutuksesta ja aikataulusta. Viestitään alustavia tuloksia arvioinnin kehittämiswebinaarissa, jolloin saadaan tiedon hyödyntäjiltä palautetta alustavista tuloksista.	Karvin verkkosivut Sähköposti yliopistojen yhteyshenkilöille Sosiaalinen media	Projektipäällikkö, arviointiryhmä
Päätös Kevät 2025	Yliopistot, opiskelijat ja muut keskeisimmät sidosryhmät.	Arvioinnin tuloksista viestitään laajasti yliopistoille, sidosryhmille ja päätöksentekijöille.	Päätöswebinaari Arviointiraportti, tiivistelmä-julkaisu ja esitykset Sosiaalinen media Muut tilaisuudet ja mahdolliset jatkoanalyysit.	Projektipäällikkö, arviointiryhmä

8 Arviointihankkeen laadunvarmistus ja riskienhallinta

Keskeiset laadunvarmistuksen menettelytavat arviointihankkeessa ovat:

- arviointiryhmän ja projektipäällikön välinen yhteistyö ja laadunvarmistus arviointihankkeen eri vaiheissa
- projektipäällikön ja hänen työparinaan toimivan Karvin asiantuntijan yhteistyö arvioinnin kaikissa vaiheissa
- arviointihankkeen riskianalyysi ja sen päivittäminen
- kyselylomakkeiden esitestaus
- arviointiraportin vertaisluku Karvissa
- palautteenkeruu

Arviointiryhmä ja projektipäällikkö tekevät tiivistä yhteistyötä koko arvioinnin ajan. Keskeistä yhteistyössä on avoin keskustelu, riskien tunnistaminen sekä arvioinnin luotettavuuden varmistaminen arvioinnin eri vaiheissa. Myös projektipäällikkö ja hänen työparinaan toimiva Karvin asiantuntija tekevät tiivistä yhteistyötä arvioinnin kaikissa vaiheissa.

Arvioinnin projektipäällikkö on tehnyt hankesuunnitelman laadinnan yhteydessä alustavan riskianalyysin, joka toimii pohjana riskienhallinnalle arvioinnin alkaessa. Riskianalyysiä päivitetään säännöllisesti arvioinnin edetessä. Tunnistettujen kohonneiden riskien minimoimiseksi tarvittavista toimenpiteistä sovitaan riskianalyysin päivittämisen yhteydessä. Päivittämisestä vastaa projektipäällikkö.

Tiedonkeruussa käytettävät kyselylomakkeet testataan ennen niiden lähettämistä vastaajille. Arvioinnin päätyttyä kerätään Karvin palautejärjestelmän mukainen palaute arvioinnin kohteina olevilta yliopistoilta ja arviointiryhmän jäseniltä.

9 Henkilötietojen käsittely arviointihankkeessa

Arviointiin liittyvä viestintä ja tiedonkeruut edellyttävät henkilötietojen käsittelyä. Henkilötiedot ovat pääsääntöisesti henkilöiden nimiä ja sähköpostiosoitteita, joten merkittäviä henkilöihin kohdistuvia tietosuojariskejä ei ole.

Käsiteltävät tiedot ovat:

- arviointien yhteyshenkilöiden yhteystiedot yliopistoista, ylioppilaskunnista sekä työelämän sidosryhmistä
- fokusryhmähaastatteluihin ja työpajoihin osallistuvien yhteystiedot
- kehittämiswebinaariin osallistuvien ilmoittautumistiedot
- päätöswebinaariin osallistuvien ilmoittautumistiedot
- arviointiryhmien jäsenten palkkionmaksua varten tarvittavat tiedot

Henkilötietojen käsittely perustuu henkilöiden suostumukseen, jonka he antavat suostuessaan yhteyshenkilöksi tai tilaisuuksiin ilmoittautuessaan. Kyselyiden ja ilmoittautumislomakkeiden yhteydessä vastaajille välitetään tietosuojaseloste. Arviointiryhmien jäsenten henkilötietojen käsittely perustuu heidän kanssaan tehtyyn arvioijasopimukseen. Henkilötietojen käsittely ei aiheuta merkittäviä riskejä henkilöille, joiden tietoja käsitellään. Riskiä pienennetään käyttämällä tarvittaessa turvaviestiä henkilötietojen välittämiseen ja minimoimalla kerättävien henkilötietojen määrä.

Tiedot tallennetaan Valtorin tarjoamalle Karvin verkkolevylle arvioinnin toteutuksen ajaksi ja arkistoidaan Opetushallituksen sähköiseen asianhallintajärjestelmään (ASHA). Verkkolevyltä tehdään säännöllisesti automaattiset varmuuskopiot. Arkistoinnissa ASHA-järjestelmään noudatetaan Opetushallituksen arkistointiin liittyviä tietosuojakäytäntöjä.

Lähteet

- ALLEA 2024. ALLEA in brief. <https://allea.org/allea-in-brief/>. (Luettu 22.4.2024.)
- Bianchi, G., Pisiotis, U. ja Cabrera Giraldez, M. 2022. GreenComp. Kestävää kehitystä koskeva eurooppalainen osaamiskehys. Bacigalupo, M., Punie, Y. (toim.), EUR 30955 FI. Luxembourg: Euroopan unionin julkaisuisto. <https://op.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/bc83061d-74ec-11ec-9136-01aa75ed71a1>. (Luettu 10.4.2024.)
- Brundiers, K., Barth, M., Cebrián, G., Cohen, M., Diaz, L. Doucette-Remington, S., Dripps, W., Habron, G., Harré, N., Jarchow, M., Losch, K. Michel, J., Mochizuki, Y. Rieckmann, M., Parnell, R., Walker, P ja Zint, N. 2020. Key competencies in sustainability in higher education—toward an agreed-upon reference framework. Sustainability Science 16, 13–29 (2021). <https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-020-00838-2>. (Luettu 30.4.2024.)
- Busk, H., Holoppa, V., Lähteenmäki-Smith; K, Sinerma, J., Valonen, M. ja Valtakari, M. 2023. Vihreän siirtymän vaikutukset työmarkkinoille ja ammattirakenteeseen. Valtioneuvoston selvitys 2023:1. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164873/VN_Selvitys_2023_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Luettu 10.4.2024.)
- Digivisio 2024. Perustietoa Digivisio 2030 -hankkeesta. <https://digivisio2030.fi/perustietoa-digivisio-2030-hankkeesta/>. (Luettu 5.3.2024.)
- ECTS 2015. ECTS users' guide 2015. European Union. https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/document-library-docs/ects-users-guide_en.pdf. (Luettu 28.3.2024.)
- Elinkeinoelämän keskusliitto 2024. Osaaminen vihreän siirtymän perustana. https://ek.fi/wp-content/uploads/2024/01/EK_Osaaminen-vihrean-siirtymän-perustana_final.pdf. (Luettu 11.4.2024.)
- European Commission 2024. Relevant and high-quality higher education. <https://education.ec.europa.eu/fi/education-levels/higher-education/relevant-and-high-quality-higher-education> (Luettu 28.3.2024.)
- European Schoolnet 2024. Who we are. <http://www.eun.org/>. (Luettu 22.4.2024.)
- EU STEM Coalition 2024a. Who we are. <https://www.stemcoalition.eu/about>. (Luettu 16.4.2024.)
- EU STEM Coalition 2024b. Towards better STEM policies and implementation. Memorandum. https://drive.google.com/file/d/1sx6Rmi3_4j36fPu_5jdtadBTk5-YdvS/view. (Luettu 12.4.2024.)
- Hanhijoki, I. 2020. Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035. Osaamisen ennakointifoorumin ennakointituloksia tulevaisuuden koulutustarpeista. Opetushallitus. Raportit ja selvitykset 2020:6. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/koulutus_ja_tyovoiman_kysynta_2035.pdf (Luettu 4.3.2024).
- Heikkinen, H. L. T., Utriainen, J., Markkanen, I., Pennanen, M., Taajamo, M. ja Tynjälä, P. (2020). Opettajankoulutuksen vetovoima. Loppuraportti. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2020:26.
- Helsingin yliopisto 2019. Tulevaisuuden työelämätaidot henkilöstön kehittämisen tueksi. HY+. Koulutus- ja kehittämispalvelut. <https://hyplus.helsinki.fi/wp-content/uploads/2021/06/Tulevaisuuden-tyoelamataidot.pdf>. (Luettu 29.4.2024.)
- Ikonen, S., Kallela, O., Pietilä, S. ja Suonsivu, R. 2021. Hiilineutraalin kehityksen strategiset kyvykkyudet kemianteollisuudessa. kemianteollisuus. https://www.kemianteollisuus.fi/wp-content/uploads/2023/06/HiilineutraaluidenStrategisetKyvykkyudet_Raportti.pdf. (Luettu 12.4.2024.)
- Jotpa 2024. Osaamistarvekompassi. <https://www.jotpa.fi/fi/ennakointi/osaamistarvekompassi>. (Luettu 11.4.2024.)
- Kansallinen koulutuksen arviointikeskus 2022. Koulutuksen arviointisuunnitelma 2020–2023. https://www.karvi.fi/sites/default/files/sites/default/files/documents/KARVI_arviointisuunnitelma_paivitetty_2022_web_0.pdf. (Luettu 16.4.2024.)
- Kansallinen koulutuksen arviointikeskus 2024. Koulutuksen arviointisuunnitelma 2024–2027. <https://www.karvi.fi/sites/default/files/sites/default/files/documents/Koulutuksen%20arviointisuunnitelma%202024-2027.pdf>. (Luettu 29.4.2024.)
- Kivistö, J., Pekkola, E., Siekkinen T, Dietrich, J. ja Laakso. K. 2023. Opettajankoulutuksen voimavarat ja asema yliopistoissa. Selvitysraportti. <https://www.oai.fi/ajankohtaista/julkaisut/2024/opettajankoulutuksen-voimavarat-ja-asema-yliopistoissa/>. (Luettu 29.4.2024.)
- Leveälähti, S. 2024. Näkökulmia työelämän osaamistarpeista keväällä 2024. Kirjoitus 10.4.2024. <https://www.osaamistarvekompassi.fi/fi/ajankohtaista/kirjoitukset/nakokulmia-tyoelaman-osaamistarpeista-kevaalla-2024>. (Luettu 11.4.2024.)
- LUMA-keskus Suomi 2024. LUMA-keskus Suomen verkkosivut. <https://www.luma.fi/>. (Luettu 29.2.2024)

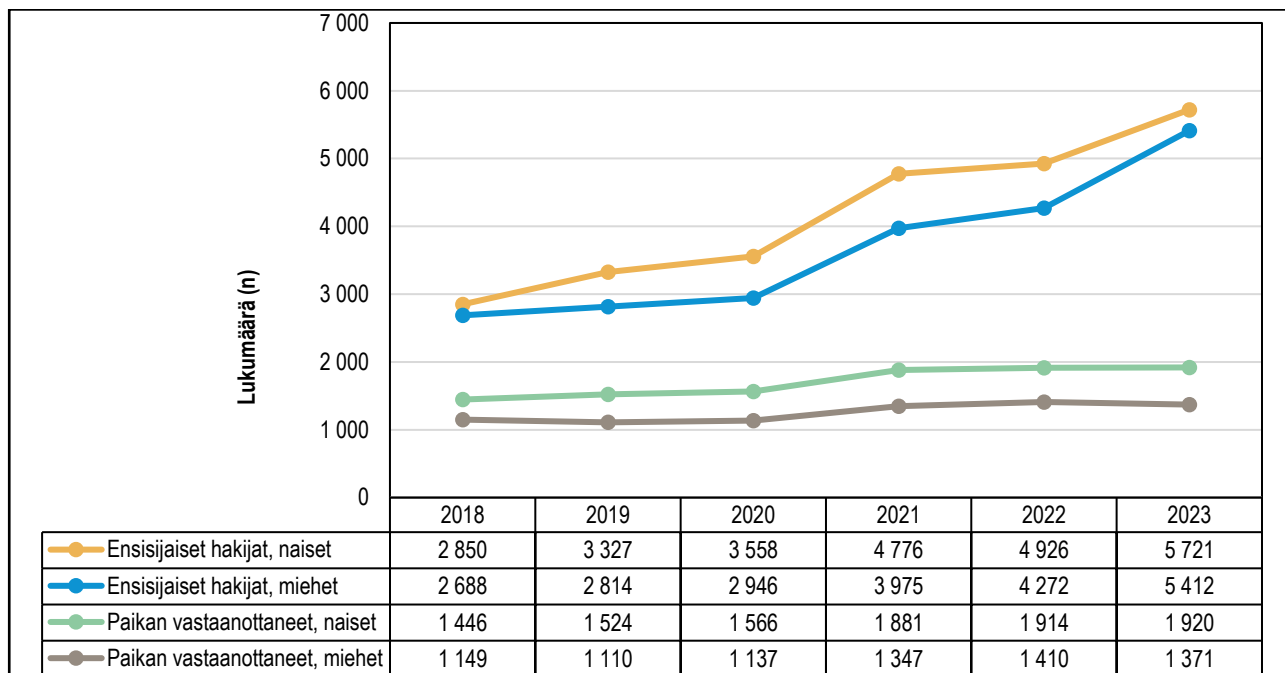
- Moilanen, H. ja Neittaanmäki, P. 2021. Matematiikan, fysiikan ja kemian maisteritutkinnot ja auskultointi 2010-luvulla. Jyväskylän yliopisto Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja No. 91/2021. https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/78960/91-2021_MFK-raportti_verkkoversio.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Luettu 8.2.2024.)
- OECD 2020. Continuous Learning in Working Life in Finland. <https://www.oecd.org/finland/continuous-learning-in-working-life-in-finland-2ffcfe6-en.htm>. (Luettu 16.4.2024.)
- OKM 2016. Tutkijanuran tilannekuva. Tutkijanuratyöryhmän loppuraportti. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:2. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/64967/Tutkijanuran_tilannekuva_tutkijanuraty%c3%b6ryhm%c3%a4n_loppuraportti.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Luettu 11.4.2024.)
- OKM 2017a. Korkeakoulutuksen ja tutkimuksen visio 2030. Ehdotus Suomelle: Suomi 100+ <https://minedu.fi/korkeakoulutuksen-ja-tutkimuksen-visio-2030>. (Luettu 5.3.2024.)
- OKM 2017b. Korkeakoulutus ja tutkimus 2030-luvulle. Taustamuistio korkeakoulutuksen ja tutkimuksen 2030 visio-työlle. <https://okm.fi/documents/1410845/4177242/visio2030-taustamuistio.pdf/b370e5ec-66d3-44cb-acb9-7ac4318c49c7/visio2030-taustamuistio.pdf?t=1508827794000>. (Luettu 5.3.2024.)
- OKM 2019a. Korkeakoulutus ja tutkimus 2030-luvulle: vision tiekartta. https://okm.fi/documents/1410845/12021888/Korkeakoulutus+ja+tutkimus+2030-luvulle+VISION+TIEKARTTA_V2.pdf/43792c1e-602a-4776-c3f9-91dd66ba9574/Korkeakoulutus+ja+tutkimus+2030-luvulle+VISION+TIEKARTTA_V2.pdf.pdf. (Luettu 25.5.2022.)
- OKM 2019b. Jatkuvan oppimisen kehittäminen. Työryhmän väliraportti. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 19. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161576/OKM_2019_19_Jatkuvan_oppimisen_kehittaminen.pdf. (Luettu 28.2.2024.)
- OKM 2021a. Korkeakoulujen Digivisio 2030 -hankkeen toteuttaminen vauhtiin. Tiedote 3.2.2021. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410845/korkeakoulujen-digivisio-2030-hankkeen-toteuttaminen-vauhtiin> (Luettu 5.3.2024.)
- OKM 2021b. Korkeakoulujen kestävä kasvun ohjelma. <https://okm.fi/hanke?tunnus=OKM049:00/2021> (Luettu 4.3.2024.)
- OKM 2021c. Korkeakoulujen kestävä kasvun ohjelman linjaukset. Muistio 31.12.2021. https://api.hankeikuna.fi/asiakirjat/875df6e6-b3ee-423d-81fc-59ba4d8e681e/07627b8c-768f-47a0-bc73-4df70835ee78/MUISTIO_20220211123147.PDF. (Luettu 4.3.2024.)
- OKM 2021d. Suomen LUMA-strategia 2030. <https://okm.fi/documents/1410845/102318523/Suomen+LUMA-strategia+2030.pdf/87fed6e6-36da-d28f-06e5-0c8792352625/Suomen+LUMA-strategia+2030.pdf?t=1639669573674>. (Luettu 29.2.2024.)
- OKM 2021e. Tohtorit yhteiskuntaa uudistamassa – monipuolistuvat tutkijaurat. Tutkijanurakysymyksiä käsittelevän työryhmän loppuraportti. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2021:37. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163241/OKM_2021_37.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Luettu 11.4.2024.)
- OKM 2022. Korkeakoulujen koulutusvastuut ja niiden muutokset. <https://okm.fi/koulutusvastuut>. (Luettu 9.2.2024.)
- OKM 12/2022. Opetus- ja kulttuuriministeriön asetus koulutusvastuun täsmentämisestä annetun opetus- ja kulttuuriministeriön asetuksen liitteen muuttamisesta.
- OKM 2023a. LUMA(TE)-strategia ja -toimenpidesuunnitelma. Luonnontieteiden, matematiikan ja tekniikan osaajat yhteiskunnan hyvinvoinnin ja kasvun tukena. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2023:11. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164727/OKM_2023_11.pdf?sequence=4&isAllowed=y. (Luettu 29.2.2024.)
- OKM 2023b. Korkeakoulujen pienten osaamiskokonaisuuksien viitekehys (luonnos) korkeakoulujen työn tueksi. Diaesitys OKM:n seminaarissa 6.10.2023: Korkeakoulujen pienet osaamiskokonaisuudet – linjauksista kohti kokeiluja ja käyttöönottoa. [https://okm.fi/documents/1410845/180966890/Korkeakoulujen+pienent+osaamiskokonaisuuksien+viitekehys+\(luonnos\)+korkeakoulujen+ty%C3%B6n+tueksi.pdf/545c3159-a51f-8d23-e615-ee4273aa4b52/Korkeakoulujen+pienent+osaamiskokonaisuuksien+viitekehys+\(luonnos\)+korkeakoulujen+ty%C3%B6n+tueksi.pdf?t=1696836754057](https://okm.fi/documents/1410845/180966890/Korkeakoulujen+pienent+osaamiskokonaisuuksien+viitekehys+(luonnos)+korkeakoulujen+ty%C3%B6n+tueksi.pdf/545c3159-a51f-8d23-e615-ee4273aa4b52/Korkeakoulujen+pienent+osaamiskokonaisuuksien+viitekehys+(luonnos)+korkeakoulujen+ty%C3%B6n+tueksi.pdf?t=1696836754057). (Luettu 29.4.2024.)
- OKM 2024a. Yliopistokeskukset. <https://okm.fi/yliopistokeskukset>. (Luettu 4.3.2024.)
- OKM 2024b. Korkeakoulujen ja tiedelaitosten ohjaus, rahoitus ja sopimukset. <https://okm.fi/ohjaus-rahoitus-ja-sopimukset>. (Luettu 4.3.2024.)

- OKM 2024c. Korkeakouluille uudet rahoitusmallit. Tiedote 11.4.2024. <https://okm.fi/-/korkeakouluille-uudet-rahoitusmallit>. (Luettu 16.4.2024.)
- OKM 2024d. Yliopistoille lisärahoitus tuhannen uuden tohtorin kouluttamiseen. Tiedote 7.2.2024. <https://okm.fi/-/yliopistoille-lisarahoitus-tuhannen-uuden-tohtorin-kouluttamiseen>. (Luettu 4.3.2024.)
- OKM 2024e. PISA-tutkimus ja tulokset 2022. <https://okm.fi/pisa-2022>. (Luettu 4.3.2024.)
- OPH 2019. Osaaminen 2035. Osaamisen ennakoitifoorumin ensimmäisiä ennakoitituloksia. Raportit ja selvitykset 2019:3. <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Osaaminen%202035.pdf>. (Luettu 11.4.2024.)
- OPH 2020. Opettajat ja rehtorit Suomessa 2020. Lukiokoulutus. Opetushallitus. Raportit ja selvityksen 2020:12. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/opettajat_ ja_rehtorit_suomessa_2019_lukiokoulutus.pdf. (Luettu 11.3.2024.)
- OPH 2024. Ammattialojen työvoiman kysynnän ja tarjonnan ennakoitu kohtaanto vuonna 2028. <https://app.poberbi.com/view?r=eyJrljoiYTkyMmFjMzQtNmlyYi00NGY1LWl3N2YtN2U5ODg0YWI3ZWJhliwidCl6ljdjMTRk-ZmE0LWMwZmMtNDcyNS05ZjA0LTc2YTQ0M2RIYjA5NSlsmMiOjh9>. (Luettu 8.3.2024.)
- OPM 1993. Luonnontieteiden koulutuksen arviointi 1993. Luonnontieteiden koulutuksen arviointiryhmän loppuraportti. Koulutus ja tiedepolitiikan linjan julkaisusarja 1993:3. Opetusministeriö.
- OPM 2006. Tutkijanuratyöryhmän loppuraportti. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2006:13. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80136/tr13.pdf?sequence=1>. (Luettu 11.4.2024.)
- Pirttilä, A., Silvén, O., Harrikari, H., Joukkola, E., Juvonen, L., Kontio, J., Rehn, A. ja Leppänen, O. 2020. Tekniikan korkeakoulutuksen arviointi. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut 3:2020.
- Pyykkö, R., Tolonen, M., Levä, K., Mahlamäki-Kultanen, S., Pantermöller, M., Pettersson, T., Saarinen, S. ja Huusko, M. 2020. Humanistisen alan korkeakoulutuksen arviointi. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut 1:2020.
- Scientix 2024. Scientixin verkkosivut. <https://www.scientix.eu/home>. (Luettu 22.4.2024.)
- Suomen Akatemia 2024. Tutkimusinfrastruktuurit. <https://www.aka.fi/tutkimusrahoitus/ohjelmat-ja-muut-rahoitusmuodot/tutkimusinfrastruktuurit/>. (Luettu 28.3.2024.)
- Suomen YK-liitto 2017. Kestävän kehityksen tavoitteet. Suomen YK-liitto. https://www.ykliitto.fi/sites/www.ykliitto.fi/files/media/Agenda2030_pikkukirjanen_2017.pdf. (Luettu 29.4.2024.)
- Suomen YK-liitto 2024. Kestävän kehityksen tavoitteet. <https://www.ykliitto.fi/kestava-kehitys>. (Luettu 30.4.2024.)
- Suomen yliopistot UNIFI ry 2015. Strategia- ja vaikuttavuushanke: Luonnontieteellisen alan koulutuksen ja tutkimuksen rakenteellinen kehittäminen ja profilointi. Työryhmän loppuraportti. https://www.unifi.fi/wp-content/uploads/2019/08/RAKE-luonnontieteet-loppuraportti.pdf?sm_pdc=1&sm_rid=pZD4Zprp4q6nFp3Nh546sQQQ73ZFqZphN5NjBr. (Luettu 30.4.2024.)
- Teknologiatoimintakeskus 2024. Innovaatio-osaaminen. <https://osaamispuhssi.fi/osaaminen/innovaatio-osaaminen/>. (Luettu 29.4.2024.)
- Tieteentekijöiden liitto 2021. Uravaihtojen risteyksessä. Tieteentekijöiden kysely nuoremmille tutkijoille 2020–2021. https://tieteentekijat.fi/assets/uploads/2021/09/Nutu_raportti_FIN_VALMIS.pdf. (Luettu 12.4.2021.)
- Tilastokeskus 2022. Opintojen kulku 2020. https://tilastokeskus.fi/til/opku/2020/opku_2020_2022-03-17_fi.pdf. (Luettu 28.3.2024.)
- Toom, A., Heide, T., Jäppinen, V., Karjalainen, A., Mäki, K., Tynjälä, P., Huusko, M., Nurkka, N., Vahtivuori-Hänninen, S. ja Karvonen, A. 2023. Korkeakoulupedagogiikan tila ja uudistaminen -arviointi. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut 22:2023.
- Unesco 2023. Technology in education: A tool on whose terms? Global education monitoring report. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>. (Luettu 12.4.2024.)
- Vipunen 2024. Opetushallinnon tilastopalvelu. <https://vipunen.fi/fi-fi/>. (Luettu 5.3.2024.)
- VN 558/2009. Yliopistolaki. Annettu Naantalissa 24.7.2009.
- VN 93/2017. Laki tutkintojen ja muiden osaamiskokonaisuuksien viitekehyksestä. Annettu Helsingissä 10.2.2017.
- VN 2020. Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatio toiminnan tiekartta. Kestävän ja kehittyvän yhteiskunnan ratkaisuja tuottava Suomi. <https://valtioneuvosto.fi/documents/1410845/22508665/Tutkimus-,+kehitt%C3%A4mis-+ja+innovaatio+toiminnan+tiekartta.pdf/259864dc-a31c-cbcf-30ad-e222724ccfa/Tutkimus-,+kehitt%C3%A4mis-+ja+innovaatio+toiminnan+tiekartta.pdf?t=1590137297000>. (Luettu 29.2.2024.)

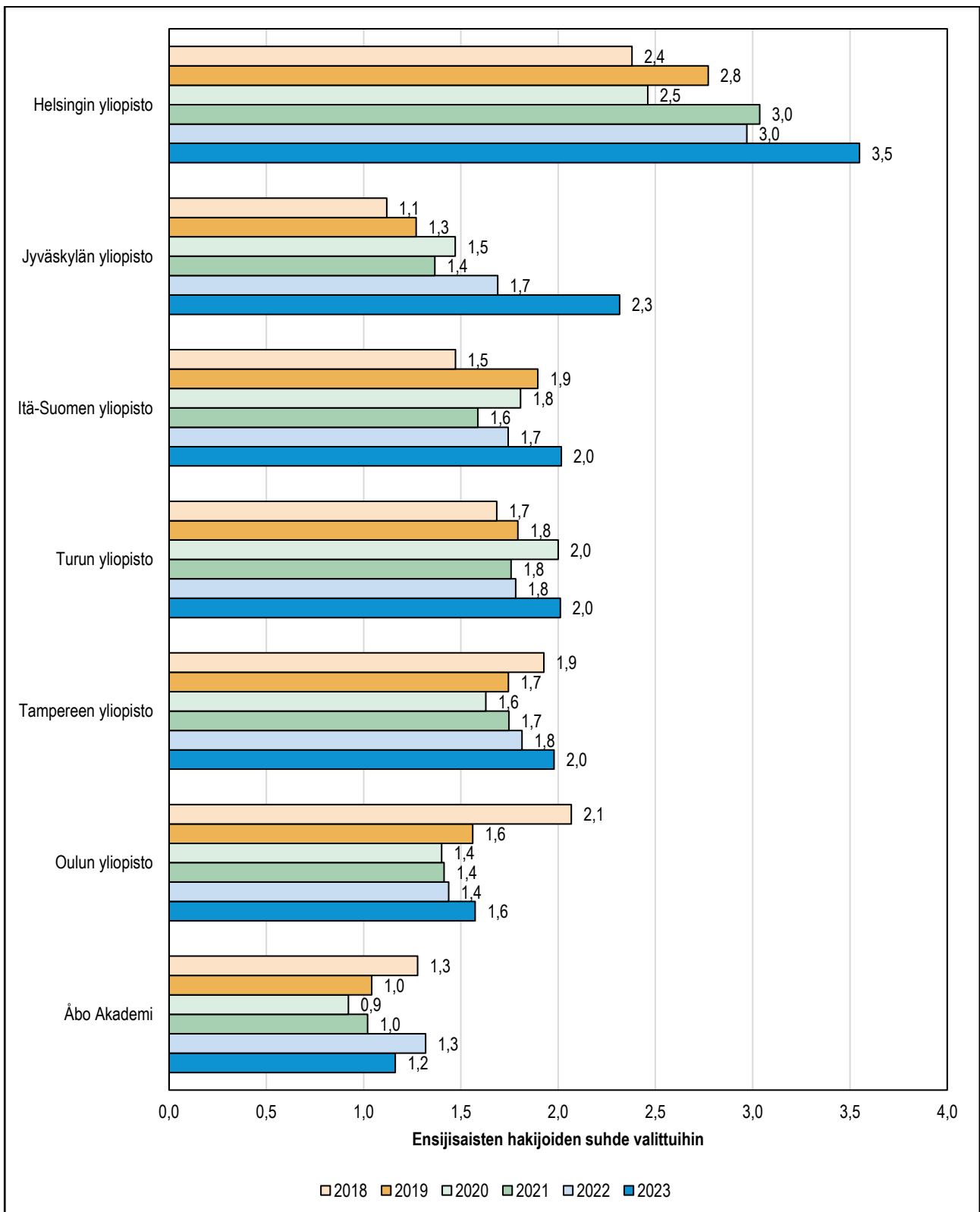
- VN 2021a. Valtioneuvoston koulutuspoliittinen selonteko. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:24. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162995/VN_2021_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Luettu 4.3.2024.)
- VN 2021b. Koulutus- ja työperusteisen maahanmuuton tiekartta 2035. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:74. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163408/VN_2021_74.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Luettu 10.4.2024.)
- VN 2021c. Kansallinen tutkimuksen, kehittämisen ja innovaatioiden päivitetty tiekartta. <https://okm.fi/documents/1410845/22508665/Kansallinen+tutkimuksen,+kehitt%C3%A4misen+ja+innovaatioiden+p%C3%A4ivitetty+tiekartta.pdf/b47931b4-3490-01a4-b2e2-83193329c5ef/Kansallinen+tutkimuksen,+kehitt%C3%A4misen+ja+innovaatioiden+p%C3%A4ivitetty+tiekartta.pdf?t=1639483581267>. (Luettu 29.2.2024)
- VN 2022. Valtioneuvoston selonteko: Suomen digitaalinen kompassi. Valtioneuvoston julkaisuja 2022:65. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164429/VN_2022_65.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Luettu 10.4.2024.)
- VN 2023a. Vahva ja välittävä Suomi. Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165042/Paaministeri-Petteri-Orpon-hallituksen-ohjelma-20062023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (Luettu 29.2.2024)
- VN 2023b. Vihreän siirtymän osaamis- ja koulutustarpeet VISIOS. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:31. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164892/VN_TEAS_2023_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Luettu 10.4.2024.)
- World Economic Forum 2020. These are the top 10 job skills of tomorrow – and how long it takes to learn them. <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/>. (Luettu 28.3.2024.)

Liitteet

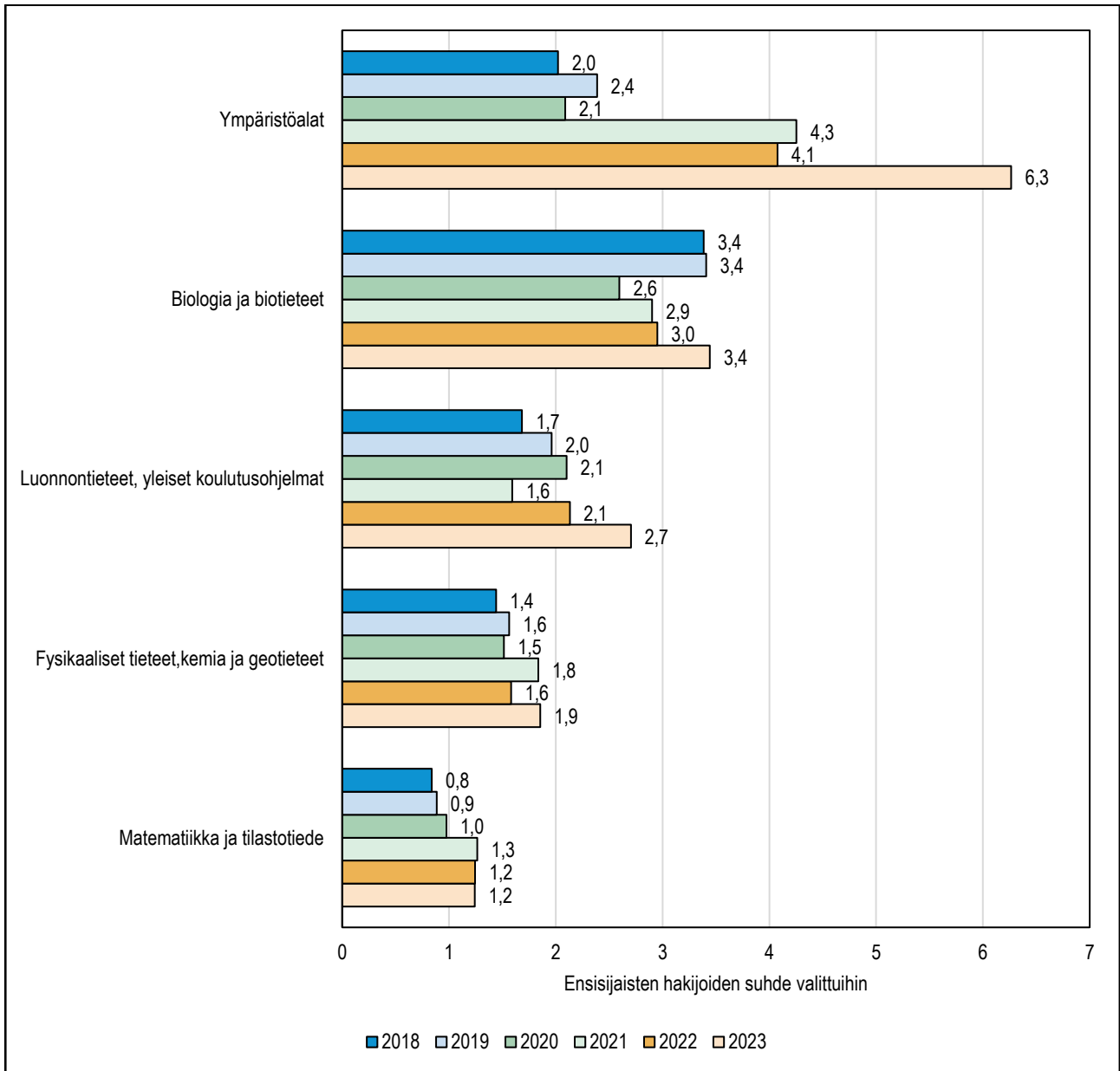
Liite 1. Luonnontieteellisen koulutusalan haku- ja vetovoimakuvioita



KUVIO 1. Luonnontieteellisen koulutusalan ensisijaiset hakijat ja paikan vastaanottaneet sukupuolittain vuosina 2018–2024 (Vipunen 2024)

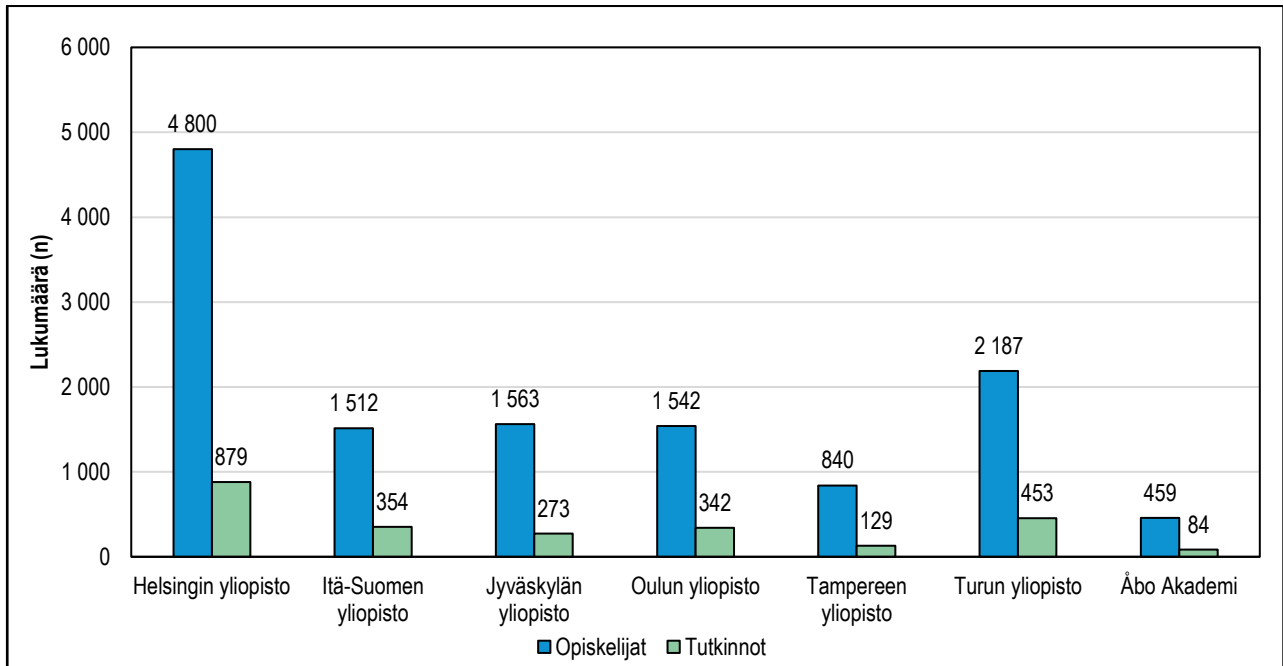


KUVIO 2. Luonnontieteellisen koulutusalan ensisijaisten hakijoiden suhde opiskelemaan valittuihin yliopistoittain vuosina 2018–2024 (laskettu Vipusen 2024 tietojen perusteella)

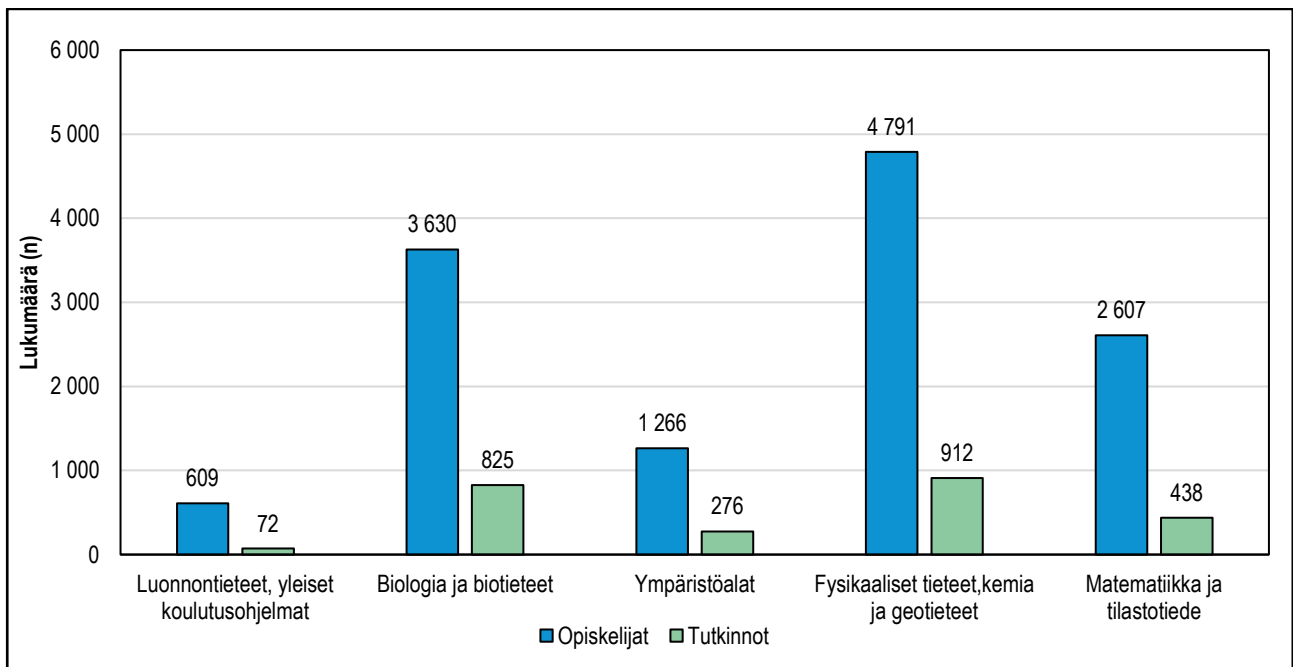


KUVIO 3. Luonnontieteellisen koulutusalan ensisijaisten hakijoiden suhde opiskelemaan valittuihin koulusaloiittain vuosina 2018–2024 (laskettu Vipusen 2024 tietojen perusteella)

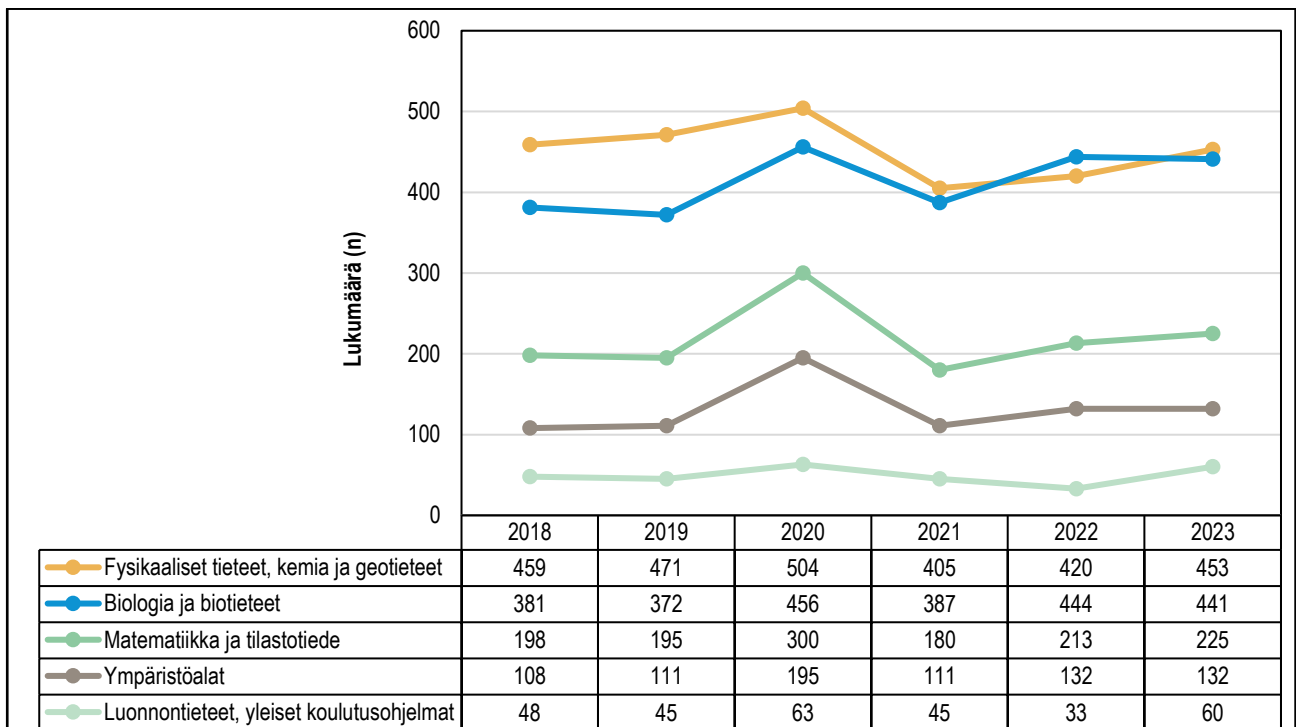
Liite 2. Luonnontieteellisen koulutusalan opiskelija- ja tutkintomääräkuvioita



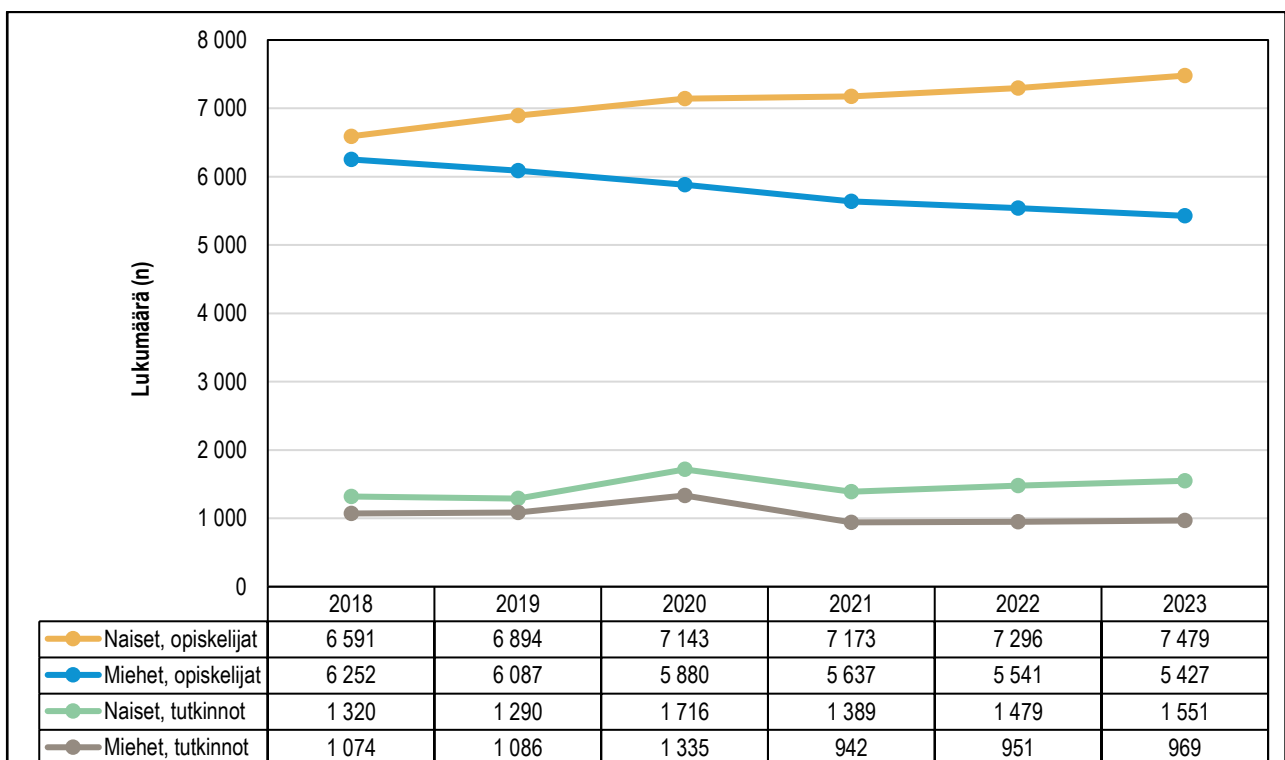
KUVIO 1. Luonnontieteellisen koulutusalan kandidaatti- ja maisterivaiheen opiskelijoiden ja suoritettujen tutkintojen lukumäärät yliopistoittain vuonna 2023 (Vipunen 2024)



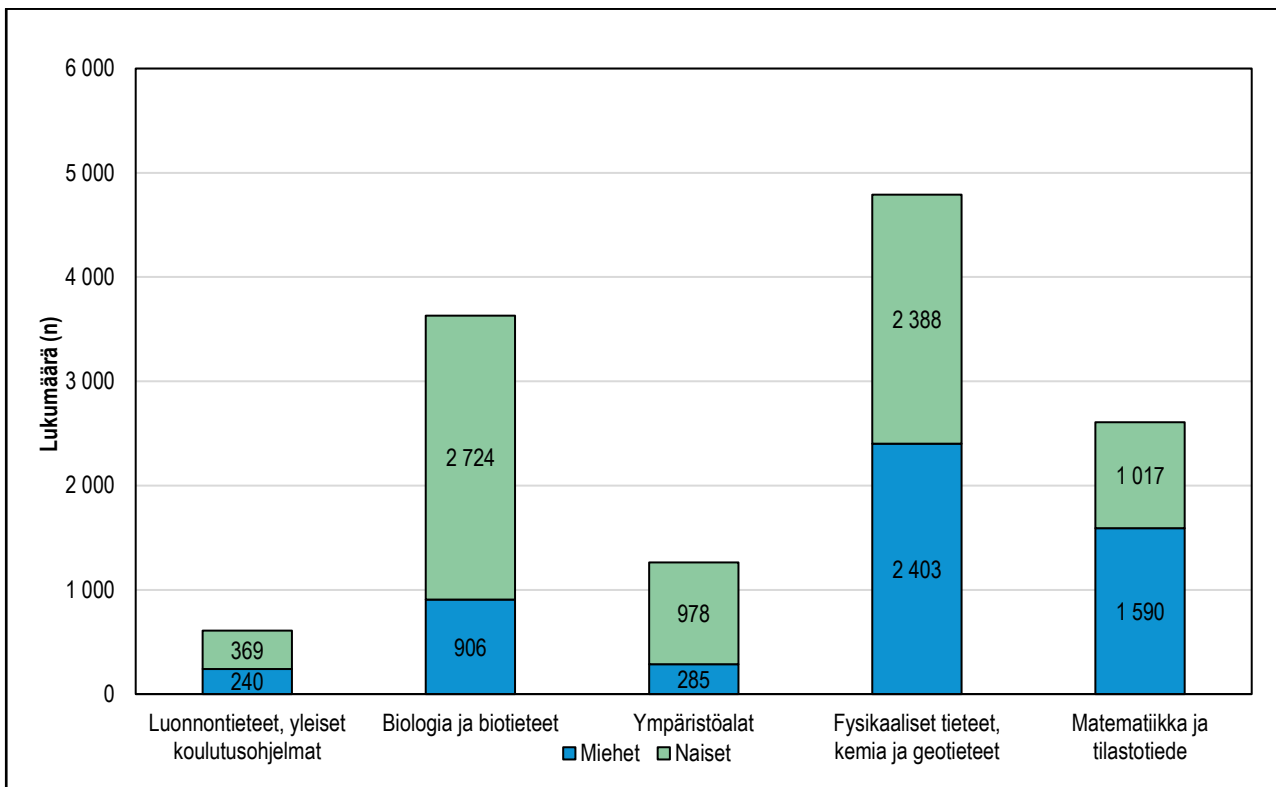
KUVIO 2. Luonnontieteellisen koulutusalan opiskelijoiden ja suoritettujen luonnontieteiden kandidaatin ja filosofian maisterin tutkintojen lukumäärät aloittain vuonna 2023 (Vipunen 2024)



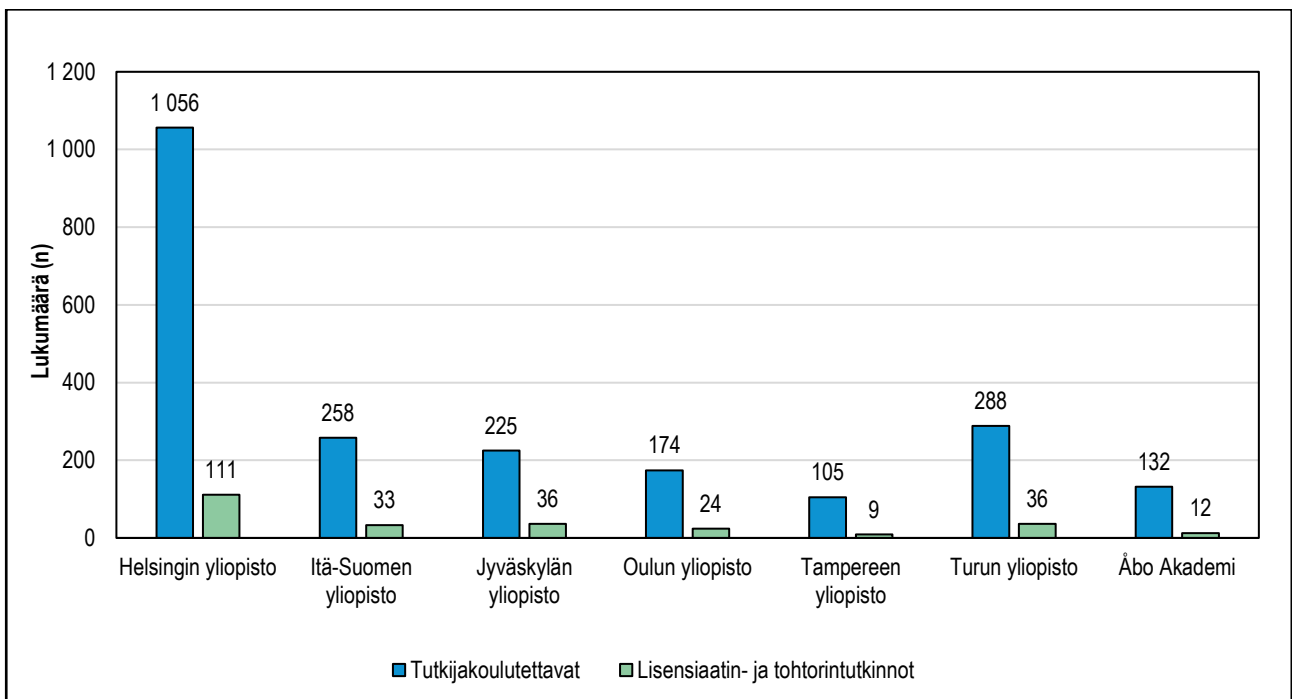
KUVIO 3. Luonnontieteellisen koulutusalan ylempien korkeakoulututkintojen lukumäärät aloitettain vuosina 2018–2023 (Vipunen 2024)



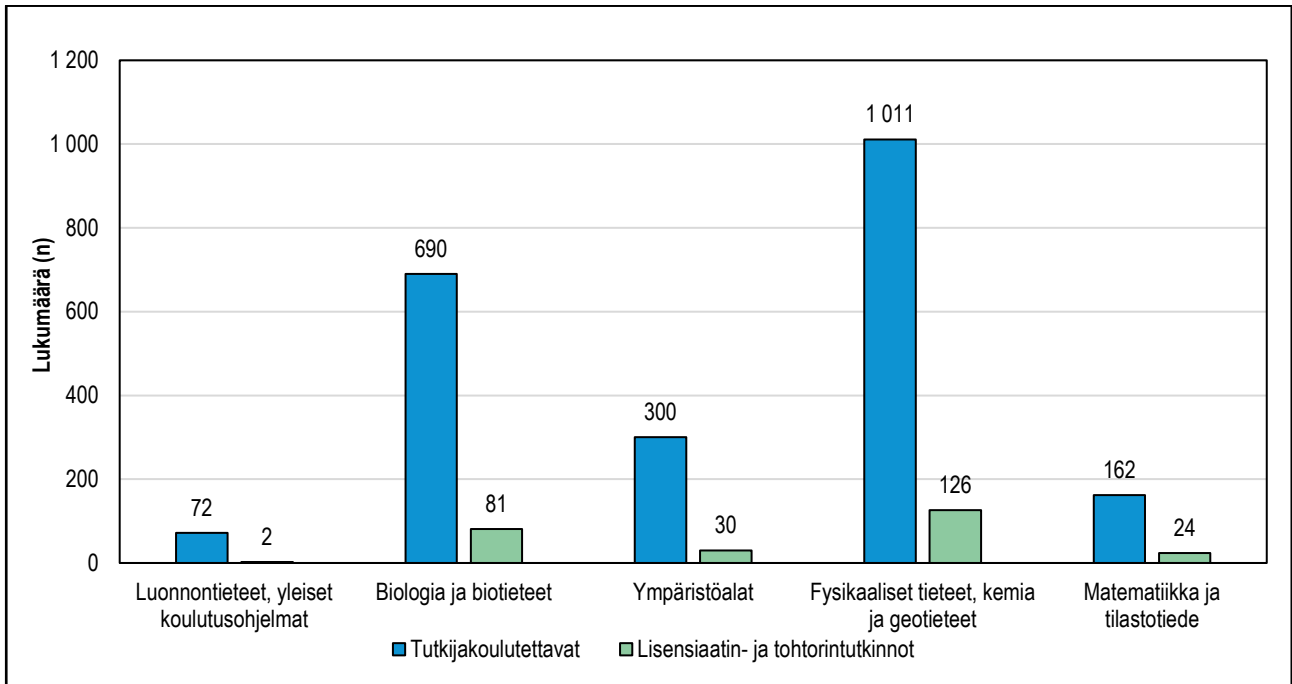
KUVIO 4. Luonnontieteellisen koulutusalan kandidaatti- ja maisterivaiheen opiskelijoiden ja tutkintojen lukumäärät sukupuolittain vuosina 2018–2023 (Vipunen 2024)



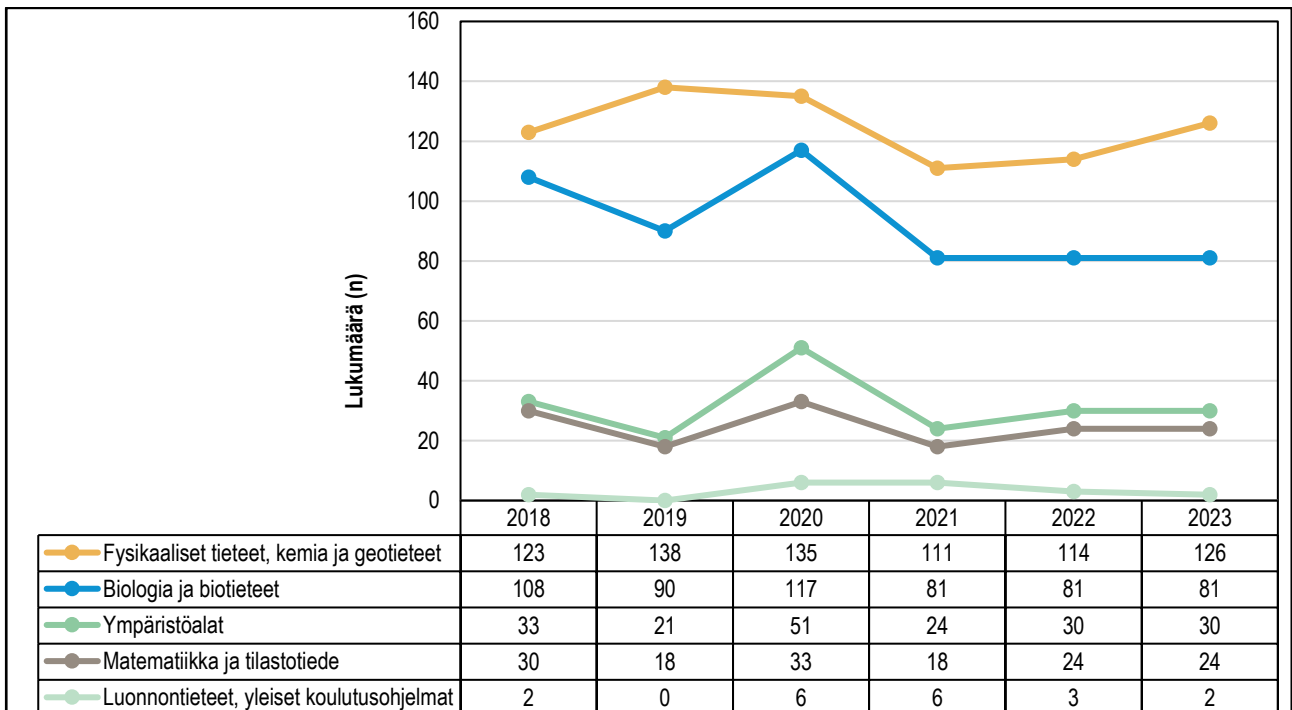
KUVIO 5. Luonnontieteellisen koulutusalan kandidaatti- ja maisterivaiheen mies- ja naisopiskelijoiden lukumäärät aloittain vuonna 2023 (Vipunen 2024)



KUVIO 6. Luonnontieteellisen koulutusalan tutkijakoulutettavien ja suoritettujen lisensiaatin- ja tohtorintutkintojen määrät yliopistoittain vuonna 2023 (Vipunen 2024)



KUVIO 7. Luonnontieteellisen koulutusalan tutkijakoulutettavien ja suoritettujen lisensiaatin- ja tohtorintutkintojen määrät aloittain vuonna 2023 (Vipunen 2024)



KUVIO 8. Luonnontieteellisen koulutusalan lisensiaatin- ja tohtorintutkintojen lukumäärät aloittain vuonna vuosina 2018–2023 (Vipunen 2024)

Liite 3. Yliopistojen taustakyselyssä ilmoittamat luonnontieteellisen koulutusalan luonnontieteiden kandidaatin (180 op), filosofian maisterin (120 op) ja filosofian tohtorin koulutusohjelmat

Helsingin yliopisto	
<p>Kandidaattiohjelmat Bachelor's programme in Science Fysikaalisten tieteiden kandidaattiohjelma Geotieteiden kandidaattiohjelma Kemian kandidaattiohjelma Maantieteen kandidaattiohjelma Matemaattisten tieteiden kandidaattiohjelma Matematiikan, fysiikan ja kemian opettajan kandidaattiohjelma Biologian kandidaattiohjelma Kandidatprogrammet i biologi Molekyylibiotieteiden kandidaattiohjelma Ympäristötieteiden kandidaattiohjelma</p>	<p>Maisteriohjelmat Alkeishiukkasfysiikan ja astrofysikaalisten tieteiden maisteriohjelma Life Science Informatics-maisteriohjelma Geologian ja geofysiikan maisteriohjelma Ilmakehätieteiden maisteriohjelma Kaupunkitutkimuksen ja suunnittelun maisteriohjelma Kemian ja molekyyli­tieteiden maisteriohjelma Maantieteen maisteriohjelma Matematiikan ja tilastotieteen maisteriohjelma Matematiikan, fysiikan ja kemian opettajan maisteriohjelma Materiaalitutkimuksen maisteriohjelma Teoreettisten ja laskennallisten menetelmien maisteriohjelma Environmental Changes in Higher Latitudes -maisteriohjelma Ekologian ja evoluutiobiologian maisteriohjelma Genetiikan ja molekulaaristen biotieteiden maisteriohjelma Kasvitieteen maisteriohjelma Neurotieteen maisteriohjelma Ympäristömuutoksen ja globaalin kestävyuden maisteriohjelma</p>
<p>Tohtoriohjelmat Alkeishiukkasfysiikan ja maailmankaikkeuden tutkimuksen tohtoriohjelma Geotieteiden tohtoriohjelma Ilmakehätieteiden tohtoriohjelma Kemian ja molekyyli­tieteiden tohtoriohjelma Matematiikan ja tilastotieteen tohtoriohjelma Materiaalitutkimuksen ja nanotieteiden tohtoriohjelma Integroivien Biotieteiden tohtoriohjelmaa Integrative Life Science (ILS) Mikrobiologian ja biotekniikan tohtoriohjelma/ Microbiology and Biotechnology (MBDP) Ympäristöalan tieteidenvälinen tohtoriohjelma/Interdisciplinary Environmental Sciences (DENVI) Luonnonvaraisten eliöiden tutkimuksen tohtoriohjelma/ Wildlife Biology(LUOVA) Kasvitieteen tohtoriohjelma/Plant Sciences (DPPS) , Neurotieteen tohtoriohjelma/ Brain and Mind (B&M) Biolääketieteellinen tohtoriohjelma/Biomedicine (DPBM)</p>	
Itä-Suomen yliopisto	
<p>Kandidaattiohjelmat Aineenopettaja, matematiikka, fysiikka, kemia ja tietojenkäsittelytiede, LuK Kemia, LuK Aineenopettaja ja luokanopettaja, matematiikka, fysiikka ja kemia, LuK Ympäristö- ja biotieteet, Kuopio, LuK Ympäristö- ja biotieteet, Joensuu, LuK Matematiikka, Joensuu, LuK</p>	<p>Maisteriohjelmat Aineenopettaja, matematiikka, fysiikka, kemia ja tietojenkäsittelytiede, FM Ympäristötiede, FM Kemia, FM Aineenopettaja ja luokanopettaja, matematiikka, fysiikka ja kemia, FM Ympäristö- ja biotieteet, Kuopio, FM Ympäristö- ja biotieteet, Joensuu, FM Biologia, Joensuu, FM Ympäristötiede, Kuopio, FM Matematiikka, Joensuu, FM Medical Physics, MSc Master's Degree Programme for Research Chemists</p>
<p>Tohtoriohjelmat LUMETO-tohtoriohjelma</p>	

	<p>Master of Science in Imaging and Light in Extended Reality (IMLEX)</p> <p>Master's Degree Programme in Biology of Environmental Change</p> <p>Intelligent Photonics for Security Reliability Sustainability and Safety (iPSRS), MSc</p>
Jyväskylän yliopisto	
<p>Kandidaattiohjelmat</p> <p>Biologian kandidaattiohjelma</p> <p>Luonnonvarat ja ympäristö -kandidaattiohjelma (1.8.2024 alkaen: Ympäristö- ja vesistötieteiden kandidaattiohjelma)</p> <p>Fysiikan aineenopettajan kandidaattiohjelma (Uusi ohjelma 1.8.2024 alkaen)</p> <p>Fysiikan kandidaattiohjelma</p> <p>Kemian kandidaattiohjelma (1.8.2024 alkaen: Kemian tai kemian aineenopettajan kandidaattiohjelma)</p> <p>Nanotieteen monialainen kandidaattiohjelma (1.8.2024 alkaen)</p> <p>Luonnontieteiden ja matematiikan aineenopettajan ja luokanopettajan ohjelma (1.8.2024 alkaen Matematiikan, kemian tai fysiikan aineenopettajan ja luokanopettajan kandidaattiohjelma)</p> <p>Matematiikan kandidaattiohjelma</p> <p>Matematiikan aineenopettajan kandidaattiohjelma</p> <p>Tilastotieteen ja datatieteen kandidaattiohjelma</p>	<p>Maisteriohjelmat</p> <p>Akvaattisten tieteiden maisteriohjelma</p> <p>Ekologian ja evoluutiobiologian maisteriohjelma</p> <p>Master's Degree Programme in Biological and Environmental Science</p> <p>Solu- ja molekyylibiologian maisteriohjelma</p> <p>Ympäristötieteen maisteriohjelma</p> <p>Fysiikan maisteriohjelma</p> <p>Fysiikan aineenopettajan maisteriohjelma</p> <p>Master's Degree Programme in High Performance Computing (1.8.2024 alkaen, yhteistyössä informaatioteknologian tiedekunnan kanssa)</p> <p>Master's Degree Programme in Physics (1.8.2024 alkaen)</p> <p>Master's Degree Programme in Radiation and its Effects on MicroElectronics and Photonics Technologies</p> <p>Master's Degree Programme in Chemistry and Analytics for Circular Economy (1.8.2024 alkaen)</p> <p>Master's Degree Programme in Nanoscience</p> <p>Luonnontieteiden ja matematiikan aineenopettajan ja luokanopettajan maisteriohjelma (1.8.2024 alkaen: Matematiikan, kemian tai fysiikan aineenopettajan ja luokanopettajan maisteriohjelma)</p> <p>Matematiikan maisteriohjelma</p> <p>Matematiikan aineenopettajan maisteriohjelma</p> <p>Tilastotieteen ja datatieteen maisteriohjelma</p>
<p>Tohtoriohjelmat</p> <p>Bio- ja ympäristötieteiden tohtoriohjelma</p> <p>Fysiikan tohtoriohjelma</p> <p>Kemian tohtoriohjelma</p> <p>Matematiikan ja tilastotieteen tohtoriohjelma</p>	
Oulun yliopisto	
<p>Kandidaattiohjelmat</p> <p>Biokemian tutkinto-ohjelma, LuK</p> <p>Biologian tutkinto-ohjelma, LuK</p> <p>Fysikaalisten tieteiden tutkinto-ohjelma, LuK</p> <p>Geotieteiden tutkinto-ohjelma, LuK</p> <p>Kemian tutkinto-ohjelma, LuK</p> <p>Maantieteen tutkinto-ohjelma, LuK</p> <p>Matemaattisten tieteiden tutkinto-ohjelma, LuK</p> <p>Aineenopettaja, Matematiikka tai fysiikka, Matemaattisten tieteiden tutkinto-ohjelma, LuK</p>	<p>Maisteriohjelmat</p> <p>Biokemian tutkinto-ohjelma, FM</p> <p>Biochemistry, Master's Programme in Biochemistry, Molecular Medicine</p> <p>Biochemistry, Master's Programme in Biochemistry, Stem Cell and Computational Biology (1.8.2024 alkaen)</p> <p>Geotieteiden tutkinto-ohjelma, FM</p> <p>Kemian tutkinto-ohjelma, FM</p> <p>Aineenopettaja, Matematiikka tai fysiikka, Matemaattisten tieteiden tutkinto-ohjelma, FM</p> <p>Chemistry of Sustainable Processes and Materials, Master's Programme in Chemistry</p> <p>Biologia, Biologian maisteriohjelma</p> <p>Fysiikka, Fysikaalisten tieteiden maisteriohjelma</p> <p>Mineral Resources and Sustainable Mining, Master's Programme in Geosciences</p> <p>Laskennallisen biologian ja data-analyysin maisteriohjelma</p> <p>Maantieteen maisteriohjelma</p>
<p>Tohtoriohjelmat</p> <p>Doctoral degree programme in Biochemistry and Molecular Medicine</p> <p>Biologian tohtorikoulutuksen tutkinto-ohjelma</p> <p>Fysiikan ja tähtitieteen tohtorikoulutuksen tutkinto-ohjelma</p> <p>Geotieteiden sekä kaivos- ja rikastustekniikan tohtorikoulutuksen tutkinto-ohjelma</p>	

Kemian tohtorikoulutuksen tutkinto-ohjelma Maantieteen tohtorikoulutuksen tutkinto-ohjelma Matemaattisten tieteiden tohtorikoulutuksen tutkinto-ohjelma	Geography - Specialization on Tourism Geographies, Master's Programme in Geography Matematiikka ja datatiede, Matemaattisten tieteiden maisteriohjelma
Tampereen yliopisto	
Kandidaattiohjelmat Matematiikan ja tilastollisen data-analyysin kandidaattiohjelma Viestinnän monitieteinen kandidaattiohjelma, informaatiotutkimuksen opintosuunta Bioteknologian ja biolääketieteen tekniikan tutkinto-ohjelma	Maisteriohjelmat Matematiikan ja tilastollisen data-analyysin maisteriohjelma Informaatiotutkimuksen maisteriohjelma Master's Programme in Biomedical Technology
Tohtoriohjelmat Ihmiset ja teknologiat -tohtoriohjelma Lääketieteen, biotieteiden ja biolääketieteen tekniikan tohtoriohjelma: biotieteet	
Turun yliopisto	
Kandidaattiohjelmat Biokemia, LuK Biolääketiede, LuK Biologia, LuK Fysikaaliset tieteet, LuK Geologia, LuK Kemia, LuK Maantiede, LuK Matematiikka, LuK Matematiikan, fysiikan tai kemian aineenopettaja ja luokanopettaja, LuK Tilastotiede, LuK Ympäristötiede, LuK	Maisteriohjelmat Biokemia, FM Biolääketiede, FM (jatkossa biolääketieteen ja lääkehityksen tutkinto-ohjelma) Biologia, FM Fysikaaliset tieteet, FM Geologia, FM Kemia, FM Maantiede, FM Matematiikka, FM Matematiikan, fysiikan tai kemian aineenopettaja ja luokanopettaja, FM Tilastotiede, FM Master's Degree Programme in Biosciences Master's Degree Programme in Biomedical Sciences (päättyy 2024) Master's Degree Programme in Drug Discovery and Development Master's Degree Programme in Biomedical Imaging Master's Degree Programme in Human Neuroscience Master's Degree Programme in Physical and Chemical Sciences (1.8.2024 alkaen MDP in Exact Sciences) Master's Degree Programme in Public Mental Health (1.8.2024) Master's Degree Programme in Sustainable Cities and Communities
Tohtoriohjelmat Biologian, maantieteen ja geologian tohtoriohjelma Eksaktien tieteiden tohtoriohjelma Lääketutkimuksen tohtoriohjelma (mukana kemian ja biotekniikan väitöskirjatutkijoita) Teknologian tohtoriohjelma (bioteknologian laitos) Turun kliininen tohtoriohjelma (mukana bioteknologian laitoksen väitöskirjatutkijoita) Molekyylilääketieteen tohtoriohjelma	
Åbo Akademi	
Kandidaattiohjelmat Utbildningsprogrammet i biovetenskaper Utbildningsprogrammet i naturvetenskaper (fysik, geologi, kemi, matematik och ämneslära-riktningar)	Maisteriohjelmat Magisterprogrammet i biovetenskaper Master's degree programme in Biomedical Imaging Magisterprogrammet i matematik, fysik, kemi och geologi (inkl. ämneslära-riktningar)
Tohtoriohjelmat Doktorandprogram i biovetenskaper Doktorandprogram i matematik, fysik, kemi och geologi Doktorandprogram i kemi- och processteknik	

Liite 4. Luonnontieteellisen koulutusalan jatkuvan oppimisen tarjonta yliopistojen taustakyselyn vastausten ja verkkosivujen mukaan

Yliopisto	Jatkuvan oppimisen tarjonta lukuvuonna 2023–2024
Helsingin yliopisto	<p>Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta:</p> <p>Eliökunnan evoluutio, 5 op Eliöiden monimuotoisuus, 5 op Ekologian perusteet, 5 op Genetiikan perusteet, 5 op Ihmissen fysiologia, 5 op Ekologian tilastolliset menetelmät, 5 op Aistien ekologia ja evoluutio, 5 op Kasvien talvi – tutustumiskurssi lukiolaisille, 1 op Suomen kasvisto ja kasvillisuus 5 op. Erilaisia kasvien lajintunnistuskursseja (PINKKA-tentit), 5 op/kurssi Ilmastoasiantuntijan erikoistumiskoulutus 60 op Fysiikkaa luonnontieteilijöille Ilmasto.nyt. tutustumiskurssi, 2 op Fysiikan perusopinnot, 25 op Vuorovaikutukset ja kappaleet, 5 op Vuorovaikutukset ja aine, 5 op Sähkömagnetismi, 5 op Säteilykentät ja fotonit, 5 op Fysiikan perusopinnot laboratoriotyöt I, 2 op Fysiikan perusopinnot laboratoriotyöt II, 3 op Matemaattiset apuneuvot I, 5 op Matemaattiset apuneuvot II, 5 op Matemaattiset apuneuvot III, 5 op Havaintojen tilastollinen käsittely, 5 op Fysiikkaa luonnontieteilijöille, 5 op Kvanttifysiikan perusteet, 5 op Suhteellisuusteorian perusteet, 5 op Luonnontieteet nyt ja tulevaisuudessa: Tähdet ja avaruus, 2 op Maailmankaikkeus nyt, 3 op Johdatus astrobiologiaan, 3 op Luonnontieteet nyt ja tulevaisuudessa: Kemia tieteenä ja yhteiskunnassa Moduuli 1 & Moduuli 2, 1 + 1 op Kemian perusopinnot, 25 op Kemian perusteet, 5 op Atomit, molekyylit ja vuorovaikutukset, 5 op Orgaaninen kemia 1, 5 op Energia, reaktiivisuus ja kemiallinen tasapaino, 5 op Epäorgaaninen kemia, 5 op Kemian perustukset, 5 op Geotieteiden perusopinnot, 25 op Hydrogeologia, 5 op Geo-Python, 5 op Luonnontieteet nyt ja tulevaisuudessa: Geotieteet ja kestävä tulevaisuus: Moduuli 1, 1 op Luonnontieteet nyt ja tulevaisuudessa: Geotieteet ja kestävä tulevaisuus: Moduuli 2, 1 op Environmental Geochemistry, 5 op Planetary exploration, 5 op Planetary geophysics, 5 op</p>

Paleomagnetism, 5 op
 Origin and cosmochemistry of the solar system, 5 op
 Matematiikan perusopinnot, 25 op
 Advanced calculus, 5 op
 Calculus IA: Limits and differentiation, 5 op
 Calculus IB: Integration, 5 op
 Lineaarialgebra ja matriisilaskenta II, 5 op
 Sarjat, 5 op
 Johdatus logiikkaan I, 5 op
 Johdatus logiikkaan II, 5 op
 Tilastollinen päättely I, 5 op
 Tilastotiede ja R tutuksi I, 5 op
 Tilastotiede ja R tutuksi II, 5 op
 Todennäköisyyslaskenta I, 5 op
 Johdatus matriisilaskentaan, 2 op
 History of mathematics, 5 op
 History of statistics, 5 op
 Tilastotieteen perusopinnot, 25 op

Matematiikan, fysiikan ja kemian opettajan opintoja:

Matemaattinen ongelmanratkaisu: tutustumiskurssi, 2 op
 Tiedelukutaidon perusteet, 2 op
 Luonnontieteet nyt ja tulevaisuudessa: Kemia tieteenä ja yhteiskunnassa: Moduuli 1, 1 op
 Luonnontieteet nyt ja tulevaisuudessa: Kemia tieteenä ja yhteiskunnassa: Moduuli 2, 1 op
 Luonnontieteet nyt ja tulevaisuudessa: Tähdet ja avaruus, 2 op
 Luonnontieteet nyt ja tulevaisuudessa: Geotieteet ja kestävä tulevaisuus: Moduuli 1, 1 op
 Luonnontieteet nyt ja tulevaisuudessa: Geotieteet ja kestävä tulevaisuus: Moduuli 2, 1 op
 Lukiomatematiikan kertaus ja vahvistus, 5 op
 Lukiomatematiikan kertaus, 2 op
 Matematiikkaa kaikkialla, 5 op
 Matematiikkaa kaikkialla, osa 1, 1 op
 Matematiikkaa kaikkialla, osa 2, 2 op
 Matematiikkaa kaikkialla, osa 3, 2 op
 Johdatus lukuteoriaan ja sen sovelluksiin, 5 op

Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta:

Biokemia, 5 op
 Genetiikan perusteet, 5 op
 Mikrobien monimuotoisuus, rakenne ja toiminta, 5 op
 Solubiologia, 5 op
 Kasvifysiologian perusteet, 3 op
 Eläinfysiologian perusteet, 2 op
 Biotekniikka, 3 op
 Molekyyligenetiikka ja genomiikka, 5 op
 Metabolia, 5 op
 Proteiinit ja entsyymit, 5 op
 Bioinformatiikka 1, 5 op
 Geenitekniikka luennot, 2 op
 Ympäristötieteiden perusopinnot, 25 op
 Monitieteinen ympäristö -opintokokonaisuus, 15 op
 Ympäristöriskien arviointi, 5 op
 Kaupunkitutkimuksen ajankohtaiset aiheet, 5 op
 Monimuotoiset levät, 2 op

	<p>Globaali kehitys ja ympäristö, 5 op Mitä kestävä kehitys on, 5 op Ekosysteemipalvelut, 5 op Maailman ympäristöongelmat ja niiden ratkaiseminen, Tutustumiskurssi, 2 op</p>
Itä-Suomen yliopisto	<p>Lukiomatematiikan kertaus, 2 op Matematiikan perusopinnot, 25 op Lineaarisen analyysin moduuli Kemian perusopinnot, 25 op Kemian aineopinnot, 35 op Fysiikan perusopinnot, 25 op Fysiikan aineopinnot, 35 op Ympäristötieteen ja biologian perusopinnot, 30 op sekä yksittäisiä opintojaksoja Maantieteiden ja ympäristöpolitiikan perusopinnot, 25 op Maantieteen aineopinnot, 35 op Ympäristöpolitiikan aineopinnot, 35 op Mining, Society and Sustainability I, 3 op Radiologisen fysiikan ja säteilysuojelun kurssi, 2 op Ajankohtainen ympäristöoikeus X-erikoistumisohjelma, 25 op</p>
Jyväskylän yliopisto	<p>Bio- ja ympäristötieteiden perusopinnot, 25 op sekä yksittäisiä aineopintojen opintojaksoja Kemian perusopinnot, 25 op Matematiikan ja tilastotieteen yksittäisiä opintojaksoja Planetaarinen hyvinvointi -opinnot Luonto uhan alla -opinnot Kvanttimekaniikkaa ja suhteellisuusteoriaa yleissivistävästi Keittiön kemiaa Soveltavaa keittiön kemiaa Vesiosaamisen työvoimakoulutus FITech Hydrogen -opintokokonaisuuteen toteutettu yksi opintojakso Koko valinnaisten opintojen tarjontaan on mahdollista hakea erillistä opinto-oikeutta. Erillisiä opinto-oikeuksia haetaan erityisesti aineenopettajakelpoisuuden tuottaviin opintokokonaisuuksiin. Keski-Suomen LUMA-keskus toteuttaa täydennyskoulutusta aineenopettajille.</p>
Oulun yliopisto	<p>Biokemian ja molekyyli lääketieteen tiedekunta: Biokemian perusteet 1: Biomolekyylit, 4 op Biokemian perusteet 2: Menetelmät, 2 op Biokemian perusteet 3: Aineenvaihdunta, 4 op Ilmastonmuutoksen torjuntaa yksilötasolla, 2 op Johdatus biokemiaan, 2 op Life at small scale, 2 op Bio-data, 5 op Data mining and data-based models, 5 op</p> <p>Luonnontieteellinen tiedekunta: LUMATIKKA – Matematiikan opetuksen ja oppimisen täydennyskoulutusohjelma, 15 op JoMA – Joustavaan matematiikkaan, täydennyskoulutusohjelma matematiikkaa opettaville, 15 op Advanced water treatment chemistry, 5 op Johdatus avaruusfysiikkaan, 2 op Johdatus matemaattiseen päättelyyn, 2 op Johdatus tähtitieteeseen, 2 op Johdatus vihreän kemian perusteisiin, 2 op Luonnon monimuotoisuuden suojelu maantieteen silmin, 5 op Matematiikan peruskurssi II, 5 op</p>

	<p>Salausmenetelmien perusteet, 2 op</p> <p>Salausmenetelmät, 5 op</p> <p>Aaltoliike ja optiikka, 5 op</p> <p>Akkuteollisuus – Akkukemikaalit ja valmistaminen -opintokokonaisuus</p> <p>Aluekehityksen ja aluepolitiikan johdantokurssi, 5 op</p> <p>Ekologian perusteet, 5 op</p> <p>Fennoskandian luonnonmaantiede, 5 op</p> <p>Genetiikan perusteiden luennot, 5 op</p> <p>Globaalimuutoksen haasteet maantieteessä, 5 op</p> <p>Johdatus kiinteän maan geofysiikkaan, 5 op</p> <p>Johdatus maaperägeologiaan ja maaperän raaka-ainevaroihin, 5 op</p> <p>Johdatus systemaattiseen luonnonmaantieteeseen, 5 op</p> <p>Kasvibiologian perusteet, 5 op</p> <p>Kehitysbiologia-histologia, 5 op</p> <p>Kemian teolliset sovellukset, 5 op</p> <p>Kestävyys ja muuttuva ympäristö, 5 op</p> <p>Kierrätysprosessit</p> <p>Lintujen maastolajituntemus, 1–5 op</p> <p>Molekyyligenetiikan perusteet, 2 op</p> <p>Säteilyfysiikka, -biologia ja -turvallisuus, 2 op</p>
Tampereen yliopisto	<p>Analyysin peruskurssi, 5 op (FITech*)</p> <p>Johdatus todennäköisyyslaskentaan ja tilastolliseen päättelyyn, 5 op (FITech*)</p> <p>Johdatus yliopistomatematiikkaan, 5 op (FITech*)</p> <p>Kemian perusteet, 3 op</p> <p>Orgaanisen kemian perusteet, 2 op</p> <p>Tilastotieteen johdantokurssi, 5 op</p> <p>Bioteknologia nyt ja tulevaisuudessa</p> <p>*FITech eli Finnish Institute of Technology on verkosto, joka käsittää yhdeksän suomalaista tekniikan alan koulutusta tarjoavaa yliopistoa.</p>
Turun yliopisto	<p>Biologian perusopinnot, 25 op</p> <p>Ihmisen fysiologia, 2 op</p> <p>Kasvifysiologian perusteet, 2 op</p> <p>Solu- ja molekyylibiologian luennot, 5 op</p> <p>Johdatus bioturvallisuuteen, 2 op</p> <p>Evoluutiopsykologian kokonaisuus, 25 op tai yksittäisiä opintojaksoja</p> <p>Fysiikan peruskurssi: mekaniikka, 4 op</p> <p>Fysiikan peruskurssi: termodynamiikka, 4 op</p> <p>Fysiikan peruskurssi: sähkömagnetismi, 4 op</p> <p>Fysiikan peruskurssi: aaltoliike, 4 op</p> <p>Astrobiologian peruskurssi, 5 op</p> <p>Johdatus maailmankaikkeuteen, 5 op</p> <p>Mineraalit ja kivilajit, 5 op</p> <p>Ilmasto.nyt – Ilmastonmuutoksen peruskurssi, 2 op</p> <p>Kemian peruskurssit I - IV, 5 op/kurssi</p> <p>Kemiallinen biologia, 5 op</p> <p>Materiaalikemia ja nanoteknologia, 5 op</p> <p>Siirtymämetallien bioepäorgaaninen kemia, 5 op</p> <p>Spektroskopian perusteet, 5 op</p> <p>Kemian historia, 2 op</p> <p>Maantieteen perusopinnot, 25 op tai yksittäisiä opintojaksoja</p> <p>Avoin paikkatieto ja geoinformatiikan perusteet, 5 op</p>

	<p>Kestävä kehitys maantieteessä, 5 op Luonnonvarojen maantiede, 5 op Artificial Intelligence for Schoolteachers, 5 op SystemsChange.now – Systems Thinking in Global Change Research, 5 op Ympäristötieteen perusopinnot, 25 op tai yksittäisiä opintojaksoja Ympäristö ja yhteiskunta, 5 op Ympäristön kemikalisoituminen ja päästöjen hallinta, 5 op Ympäristöekologia ja luonnonsuojelu, 5 op Molekyylibiologia – teoria, 5 op Mikrobiologia – teoria, 4 op Ympäristötieteen aineopinnot, 35 op Kaupunkitutkimuksen opintokokonaisuus, 25 op Tiedekuntaakohtaiset erillisopinnot (haku erikseen)</p>
Åbo Akademi	<p>LIFE Biomolekyler och celler, 5 sp LIFE Ekologi, 5 sp LIFE Evolutionen, 5 sp LIFE Fysiologiska mekanismer, 5 sp Geografi grundstudier, 25 sp Geografi ämnesstudier, 35 sp Hållbar och cirkulär ekonomi, 5 sp Practical Introduction to Social Sustainability (TÅSS), 5 sp, närstudier i Åbo. Concepts of sustainability, 5 sp Introduction to ESD – Education for Sustainable Development, 5 sp Ecological Sustainability, 5 sp The Baltic Sea Environment – Challenges and Solutions, 5 sp Social hållbarhet, 5 sp Ekologisk hållbarhet, 5 sp Miljöekonomi, 5 sp Klimat.nu, 5 sp Concepts of Resilience, 5 sp Sustainable and Circular Economy, 5 sp Från lera till keramik i en vedeldad brännugn, 5 sp Mekanik grundkurs, 5 sp, med laborationer i Åbo. Planeten Jorden, 5 sp Kemiska ämnen och reaktionslära, 5 sp Matematikens grunder, I 5 sp Algebra, 5 sp Talteori, 5 sp Energy Transition and Sustainable Economies, 5 sp</p>

Liite 5. Arvioinnissa käsiteltävät asiat taustakyselyn vastausten ja kuulemisten mukaan

Taustakyselyyn vastasivat kaikki seitsemän arvioinnissa mukana olevaa yliopistoa. Kuulemistilaisuuksia oli yhteensä kuusi.

Teema, jota arvioinnissa tulisi käsitellä	Mainintojen lukumäärät	
	Taustakysely (n = 7)	Kuulemiset (n = 6)
Koulutusten veto- ja pitovoima	5	6
Työelämärelevanssi ja työelämäyhteydet	4	6
Korkeakoulujen ja alojen välinen yhteistyö	6	3
Koulutusten resursointi ja rahoitus	3	2
Pedagogiikka ja pedagoginen kehittäminen	2	3
Opettajankoulutus	1	4
Monialaisuus ja monitieteisyys	1	4
Koulutuksen tuottama osaaminen	1	4
Kestävyysosaaminen ja puhdas siirtymä	1	4
Kansainvälisyys ja englanninkieliset koulutukset	-	5
Jatkuva oppiminen	1	3
Tohtorikoulutus	-	4
Geneeriset taidot	2	1
Yliopistojen profiloituminen	1	2
Koulutuksen tutkimusperustaisuus	1	2
Työllistyminen	3	-
Oppimisympäristöt ja tutkimusinfra	-	3
Valmistumisaika ja keskeyttäminen	2	-
Vahvuudet ja kehittämiskohteet	2	-
Digitalisaatio-osaaminen	-	2
Liiketoiminta- ja yrittäjyysosaaminen	-	2
Osaamisen huoltovarmuus	-	2
Opiskelijoiden ohjaus	1	-
Tulevaisuuden osaamistarpeet	1	-
Tutkimusosaaminen	1	-
Opiskelijavalinnat	-	1
Opiskelutaidot ja hyvinvointi	-	1
Rajapinnat tekniikkaan ja muihin tieteisiin	-	1